

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO SEIS SIGMA PARA AUMENTO DE
DISPONIBILIDADE NAS JORNADAS DE TRABALHO DOS MAQUINISTAS NA
OPERAÇÃO FERROVIÁRIA**

THAIRINE MACIEL DE OLIVEIRA

JUIZ DE FORA

2018

THAIRINE MACIEL DE OLIVEIRA

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO SEIS SIGMA PARA AUMENTO DE
DISPONIBILIDADE NAS JORNADAS DE TRABALHO DOS MAQUINISTAS NA
OPERAÇÃO FERROVIÁRIA**

Trabalho Final apresentado à disciplina
TCC II - Trabalho de conclusão de curso
do curso de graduação em Administração
da Universidade Federal de Juiz de Fora
Orientador: Charlie Hudson Turette
Lopes.

**Juiz de Fora
FACC/UFJF
2018**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ter sido o meu melhor amigo durante toda a jornada da graduação. Sou grata, ainda, pela oportunidade de cursar a faculdade que tanto almejei em uma universidade muito bem conceituada por gerações, além de me fornecer a todo tempo, a força, sabedoria e a paciência necessária para que a caminhada e o despenho deste trabalho pudessem ser satisfatórios.

À minha mãe, Ivonete, que sempre esteve ao meu lado, desde os primeiros passos, e por todo sacrifício desprendido para que eu pudesse me tornar uma pessoa melhor, com um futuro promissor antes, durante e após a vida acadêmica. Obrigada pela minha educação, por sempre ter cuidado de mim, pelo amor incondicional, apoio, as palavras de estímulo e por sempre acreditar no meu potencial.

Ao meu pai, Carlos, por ter sido meu exemplo de esforço e dedicação. Obrigada por ter sido a pessoa com quem pude aprender que a conquista é fruto de um trabalho árduo.

À minha irmã, Katerine, por ter sido minha amiga, psicóloga, parceira de “gordices” e motorista particular. Obrigada, irmã, pelas palavras amigas, pelos incentivos nos momentos difíceis e pelos conselhos nos momentos de indecisão.

Ao meu irmão, Nicholas, agradeço por ter sido meu irmão. Sem dúvidas, houve momentos em que apenas suas risadas, piadas ou o simples dom de me irritar, foram capazes de me tirar da inércia.

Ao pequeno príncipe, João Pedro por ter nascido. A presença de um irmão pequeno, gentil, amável, carinhoso e engraçado como você, tornaram meus dias fantásticos. Chegar em casa depois de um dia corrido de trabalho e aula e, ainda, receber seu carinho, me deu força pra que essa jornada fosse concluída com êxito.

Ao meu namorado, que me incentivou a não desistir e, me apoiou, incondicionalmente, sacrificando até mesmo nosso tempo juntos, para que eu pudesse encerrar este ciclo.

Aos meus avós, José Gabriel e Maria Aparecida, que me faziam voltar a ser criança ao despendarem todo carinho, cuidado e amor que só avós são capazes de oferecer.

À minha avó Leda que, além de avó, foi minha amiga de oração, intercedendo a Deus pela minha vida e pelos meus objetivos.

Ao meu Tio Antônio, que precisa ser lembrado, mesmo não estando entre nós, porque sempre esteve presente na minha vida, compartilhando e se alegrando com as vitórias da minha família. Sem dúvidas, qualquer comemoração fica vazia sem a sua presença, tio.

Agradeço aos meus padrinhos, Paulo e Jaqueline, e aos meus primos do coração, Pablo e Isabela, que preencheram meu coração com todo afeto possível, sendo presentes na minha vida, mesmo com toda correria inevitável da rotina.

Agradeço ao Professor Charlie pela paciência, por ter compartilhado comigo seu conhecimento, tempo e por ter permitido a conclusão desse trabalho. Obrigada por todo o auxílio!

Agradeço aos meus irmãos em Cristo, da Igreja Presbiteriana, que oraram e cuidaram de mim. Agradeço aos meus amigos por tudo que representam em minha vida e pelo apoio. Especialmente, agradeço à Michelle, que se tornou muito mais que uma colega da faculdade. Obrigada, amiga! Nossa amizade e cumplicidade foram fundamentais para colhermos os frutos de todo percurso.

Agradeço aos meus colegas e amigos da MRS Logística, que contribuíram e contribuem até hoje para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Enfim, agradeço a todos que me ajudaram e apoiaram ao fim desta jornada. Que o fim desta jornada, proporcione o início de muitas outras.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso é original, de minha única e exclusiva autoria e não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, audiovisual ou qualquer outro meio. Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte. Declaro por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral¹ e criminais previstas no Código Penal², além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 12 de julho de 2018.

Thairine Maciel de Oliveira

¹ LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

² Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano ou multa.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Evolução das Certificações ISO 9001 no Brasil	6
Figura 2: Atividades a serem executadas na etapa “DEFINIR”	10
Figura 3: Atividades a serem executadas na etapa “MEDIR”	11
Figura 4: Modelo de diagrama de árvore	11
Figura 5: Gráfico de Controle - Processo sob controle	12
Figura 6: Gráfico de Controle - Processo fora do controle.....	12
Figura 7: Curvas de capacidade	14
Figura 8: Atividades a serem executadas na etapa “ANALISAR”	16
Figura 9: Modelo de Diagrama de Causa e Efeito.....	16
Figura 10: Atividades a serem executadas na etapa “MELHORAR”	17
Figura 11: Atividades a serem executadas na etapa “CONTROLAR”	18
Figura 12: Estrutura de Seis Grandes Perdas de Tempo	19
Figura 13: Participação no PIB dos Investimentos em Transportes e Ferrovias (1999-2008) (em % do PIB).....	27
Figura 14: Evolução do investimento ferroviário público e privado (1999-2008) (Em bi R\$)	27
Figura 15: Distribuição das concessionárias no território brasileiro	28
Figura 16: Representatividade das perdas em horas trabalhadas (por Gerência).....	33
Figura 17: Distribuição das perdas por destacamento de equipes	33
Figura 18: Mapa dos pontos de carga de minério.....	34
Figura 19: Tempos de Trânsito no trecho FMO a FOO	35
Figura 20: Estimativa de Ganhos com Prolongamento do Tempo de Serviço.....	35
Figura 21: Estimativa de Ganhos com Retirada de Frentes de Manobra no Andaime.....	36
Figura 22: Resumo dos ganhos após investimento (por ano).....	36
Figura 23: Causas das dispensas de equipes em FOO após chegada ao terminal	37
Figura 24: Gráfico de Distribuição Normal.....	38
Figura 25: Carta de Controle de Processo - Média (X-Barra).....	39
Figura 26: Carta de Controle de Processo - Amplitude (R-Barra)	39
Figura 27: Modelo Operacional após aplicação do Plano de Ação.....	44
Figura 28: Modelo Operacional do Andaime após Plano de Ação	45
Figura 29: Regras adotadas para garantir troca de equipe que chega ao carregamento	46

Figura 30: Gráfico da distribuição Normal do Tempo de Serviço após Novo Modelo Operacional.....	47
Figura 31: Carta de Controle após Novo Modelo Operacional (X-Barra)	48
Figura 32: Produtividade dos Maquinistas - Out (Az), Nov (Vm) e Dez (Vd).....	49
Figura 33: Curva de Gauss para acompanhamento da Hora Improdutiva.....	49
Figura 34: Redução da H. improdutiva - Out (Grafite); Nov (Claro) e Dez (Médio)	50
Figura 35: Horas brutas geradas com manobra (Setembro x Dezembro/2017)	51
Figura 36: Coeficientes de Controle do Processo.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Eliminação das perdas	7
Tabela 2: Eliminação das causas de perdas	8
Tabela 3: Otimização do Processo	8
Tabela 4: Índices da OEE	20
Tabela 5: Fases da ferramenta DMAIC	25
Tabela 6: Fases da Evolução do Setor Ferroviário	26
Tabela 7: Índice de Capabilidade do Processo	40
Tabela 8: Potencial real de ganho possível com base na meta geral	41
Tabela 9: Modelo 5W1H para tratamento dos problemas	43
Tabela 10: Limites da Carta de Controle após aplicação do método	47
Tabela 11: Índice de Capabilidade após Novo Modelo Operacional	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIFER	Associação Brasileira de Indústria Ferroviária
ANTF	Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ACC	Antes da Carga Cliente
ACM	Antes da Carga MRS
ADC	Antes da Descarga Cliente
ADM	Antes da Descarga MRS
CAR	Carga
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
DCM	Depois da Carga MRS
DDM	Depois da Descarga MRS
DES	Descarga Efetiva
FCL	Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais
FMO	Ponto de Troca “Mário Castilho”
FOO	Terminal de Carregamento “Andaime”
FJC	Ponto de Troca “Jeceaba” ou “P1-07”
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	Organização Internacional de Normalização
LIE	Limite Inferior Especificado
LIT	Limite Inferior Tolerado
LSE	Limite Superior Especificado
LST	Limite Superior Tolerado
MTU	Milhares de Toneladas Úteis
OEE	Eficiência Geral de Equipamento
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Plano Mensal de Equipagem
RFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
TTC	Transit Time Carregado

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar a aplicabilidade do método Seis Sigma na operação de uma empresa de grande porte do setor ferroviário, localizada no estado de Minas Gerais, e sob essa ótica, analisar as possíveis causas para perdas de disponibilidade de horas para trabalho dos maquinistas que atuam na região Metropolitana de Belo Horizonte. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica a respeito do Seis Sigma e de suas principais ferramentas, CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas) no que tange ao setor ferroviário e conteúdo sobre disponibilidade abordada em OEE (Eficiência Geral de Equipamento). Buscou-se ainda, entender o modelo operacional com base em observação direta e exploração de dados, para o levantamento das principais causas do problema. A partir do diagnóstico de causas foram exibidos, através das ferramentas da qualidade e levantamento estatístico, os problemas específicos para tratamento. E, em seguida, definido o plano de ação para tratamento das perdas. Por fim, foram observados os resultados e as melhorias referentes à disponibilidade nas jornadas que gerou, também, redução de custos de pessoal através da implantação das ações propostas para mitigação do problema enfrentado pela empresa.

Palavras-chave: Seis Sigma; jornadas trabalhadas; disponibilidade; operação de trens; DMAIC.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1.	SEIS SIGMA: CONCEITO E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
2.2.	VARIABILIDADE, O DMAIC E AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	9
2.2.1.	Definir (Identificar o problema)	10
2.2.2.	Medir (Analisar o fenômeno)	10
2.2.3.	Analisar (Análise do Processo)	15
2.2.4.	Melhorar (Estabelecimento do Plano de Ação).....	17
2.2.5.	Controlar (Verificação e Padronização dos Resultados)	18
2.3.	OEE - EFICIÊNCIA GERAL DE EQUIPAMENTO.....	19
2.4.	CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS TRABALHISTAS	21
3	METODOLOGIA.....	23
3.1.	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	24
3.2.	PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE DADOS	25
4	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO EMPÍRICA.....	26
4.1.	AS FASES DA EVOLUÇÃO DO SETOR FERROVIÁRIO	26
4.2.	CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO.....	29
4.3.	ANÁLISE DOS DADOS.....	32
4.3.1.	Etapa Define (Definir)	32
4.3.1.1	Etapa I – Identificação das Prioridades	34
4.3.1.2	Etapa II – Estabelecimento da Meta Geral.....	34
4.3.2.	Etapa <i>Measure</i> (Medir).....	37
4.3.2.1	Etapa III – Desdobramento do Problema	37
4.3.2.2	Etapa IV – Determinação das oportunidades nas variações.....	38
4.3.2.3	Etapa V – Estabelecimento das metas específicas	41

4.3.3.	Etapa <i>Analyse</i> (Analisar)	41
4.3.3.1	Etapa VI – Identificação das Causas Potenciais de cada problema	41
4.3.3.2	Etapa VII – Quantificação e priorização das causas potenciais	42
4.3.4.	Etapa <i>Improve</i> (Melhorar)	43
4.3.4.1	Etapa VIII – Elaboração do plano de ação	43
4.3.4.2	Etapa IX – Execução do Plano de Ação.....	43
4.3.5.	Etapa <i>Control</i> (Controlar).....	44
4.3.5.1	Etapa X – Verificação	44
4.3.5.2	Etapa XI – Padronização e/ou Ação Corretiva.....	51
5	CONCLUSÃO.....	52
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
	ANEXO I.....	58

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico advindo das Revoluções Industriais, o setor terciário foi marcado por sua intensificação em todas as escalas e por todo o mundo (BRASIL, 2009). Essa intensificação culminou em alto valor econômico e, por esta razão, é o setor que mais cresce, empregando e gerando renda para a população brasileira e, contribuindo para o desenvolvimento econômico, além da competitividade interna e externa (BRASIL, 2009).

Diante da diversidade de modais de transporte em uso no contexto mundial, as buscas pelo desenvolvimento do nível de serviço e consolidação no mercado aumentaram. Com o cenário de crise no Brasil, iniciado em meados de 2014 e, conseqüentemente, com o aumento das variações no cenário econômico, as empresas tiveram necessidade de tomar medidas inovadoras e econômicas com foco na manutenção do posicionamento no mercado e, ainda, com foco na redução de custos, sem perda de qualidade e confiabilidade. De acordo o Anuário Estatístico publicado pela ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre), em abril de 2018, o transporte ferroviário, em 11 anos, teve um crescimento produtivo de 27,8%, ou seja, aumento de 149.667 MTU (milhares de Toneladas Úteis) entre 2006 e 2017. Destaca-se o fato de que 49,3% deste crescimento ocorreu a partir de 2014.

Com isso, o uso de metodologias para gerenciamento da qualidade pode cooperar, pela gestão do conhecimento e pelo fornecimento de recursos e ferramentas direcionadas à melhoria do processo produtivo, evoluindo para um fator estratégico que alavanque a competitividade e produtividade das empresas. Um estudo divulgado em janeiro de 2018 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), mostrou que o setor de transportes cresceu 2,3% em 2017 e, segundo a CNT (Confederação Nacional dos Transportes), a previsão é que o setor aumente 25% em 2018. Desta forma, percebe-se que o investimento em novas tecnologias e novos métodos de trabalho poderão ser favoráveis ao crescimento produtivo e aumento da eficiência nas organizações que atuam neste ramo.

Dados da ANTF (Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários) mostram que 35% das commodities agrícolas chegam aos portos por ferrovia. Os commodities de açúcar e minérios também são expressivos: 55% e 90%, respectivamente. Além disso, entre 1997 e 2015, a produção do transporte ferroviário cresceu 139,2%, enquanto o PIB aumentou 53,1%, no mesmo período. Apesar do crescimento observado no setor, ainda há espaço para

expansão, uma vez que o transporte por ferrovia é mais econômico, menos agressivo, mais seguro para as cargas e, ambientalmente, mais ecológico (ABIFER, 2018).

Com base nas oportunidades observadas no setor, torna-se necessário preparar e adequar o corpo organizacional para jornadas de trabalho mais dinâmicas e que atendam às necessidades da produção e da legislação vigente. Segundo o IBGE, entre 1992 e 2009, sobretudo após a revisão da legislação constitucional em 2007, houve uma redução de 9,0% das sobreposições de horas trabalhadas e, ainda, aumento de 6,7% das jornadas com duração entre 40 e 44 horas semanais. Ocorreu aumento, também, das jornadas de trabalho com duração entre 15 e 39 horas, que alavancou 4,1% em relação a 1992 (BRASIL DEBATE, 2014).

Ainda de acordo com o IBGE, em 2017, a média de horas efetivas trabalhadas foi de 36,5 horas semanais, indicando que, apesar da duração de jornada definida em contrato de trabalho, ainda há horas disponíveis para aproveitamento dos trabalhadores, sem infringir a legislação (IBGE, 2018).

Com base nos dados apresentados, o estudo traz um problema corrente de uma empresa no setor ferroviário de grande porte da Região Sudeste do Brasil, em relação à perda de horas disponíveis para trabalho dos maquinistas em Minas Gerais. A empresa, objeto do estudo, possui uma dinâmica ininterrupta de transporte de carga, que demanda um modelo operacional, igualmente dinâmico, que atenda às premissas dos clientes internos e externos (fornecedores, governo/legislação e acionistas).

Destacando-se a Região Sudeste do Brasil, sobretudo a região Metropolitana de Belo Horizonte, tem-se como característica central a presença de terminais de carregamento de minério de ferro, principal carga transportada pela operadora logística. No que tange ao modelo de trabalho exercido pelos maquinistas, observou-se a existência de um modelo operacional de transporte e carregamento nos terminais que pode estar prejudicando sua capacidade produtiva, devido à subutilização dos recursos logísticos.

Considerando que o objetivo da empresa para os próximos anos é alcançar maior eficiência operacional, é preciso desenvolver diferenciais competitivos e inovação em processos, além de investimento em pessoal e ampliação da participação no mercado de carga geral. Assim, é necessária a interface efetiva de setores diversos da empresa, de forma a alocar esforços para um ponto focal que garanta melhoria real e sustentável dos resultados

com base nas metas propostas. As ações, por sua vez, influenciarão no contexto dos demais setores (em maior ou menor grau), justificando a integração das áreas.

Existem várias ferramentas estruturadas aplicáveis à busca por melhoria contínua (*kaizen*). Dentre as mais conhecidos estão:

- ✓ O PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Verificar), que consiste em 4 etapas, com foco no controle e melhoria contínua de processos e produtos (CAPINETTI, 2010);
- ✓ O MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), que consiste em 8 etapas com finalidade de identificação, correção e prevenção de problemas (CAPINETTI, 2010); e,
- ✓ O DMAIC (Definir, Mensurar, Analisar, Melhorar e Controlar), que consiste em 5 etapas com finalidade de resolução de problemas (SLACK, 2002).

Apesar das variações existentes, tais ferramentas se baseiam em princípios como orientação a processo, ação para contenção de causas raízes, eliminação de desperdício e trabalho em equipe (SLACK, 2002). Para tanto, o presente trabalho fará uso da ferramenta DMAIC, considerando a sua aplicabilidade aos estudos estatísticos, orientando-se pelo seguinte problema de pesquisa: Como o uso da ferramenta Seis Sigma pode auxiliar na melhoria da utilização de horas trabalhadas dos maquinistas na Operação Ferroviária?

A pesquisa pretende focar na gestão da qualidade no que tange aos processos, já que o problema central da pesquisa decorre de um processo produtivo.

O presente estudo tem como objetivo geral aplicar o método Seis Sigma e verificar sua contribuição para o controle da jornada dos maquinistas, quando atrelado ao desenvolvimento e execução de projetos, além do acompanhamento de indicadores essenciais à operação ferroviária.

Para alcançá-lo, foram traçados como objetivos específicos:

- ✓ Descrever as características do método Seis Sigma e sua aplicabilidade no segmento da operação ferroviária;
- ✓ Reconhecer, a partir dos indicadores, os possíveis impactos gerados pela aplicação da ferramenta DMAIC;
- ✓ Definir o plano de ação aplicável, com base na causa raiz identificada na etapa de diagnóstico do problema;
- ✓ Aplicar o método na empresa, objeto do estudo de caso; e,

- ✓ Analisar os resultados e mensurar os ganhos obtidos.

No âmbito econômico para a empresa estudada, espera-se que a proposta da aplicação da metodologia de gestão contribua para a redução de custos de pessoal (horas de trabalho e horas improdutivas). Na esfera científica e social, a pesquisa poderá contribuir permitindo a visualização de possibilidades de aplicação empírica de teorias lecionadas pelas universidades.

O próximo capítulo deste trabalho contém o referencial teórico visando auxiliar nos objetivos da pesquisa, abordando temas como a ferramenta DMAIC e utilização de ferramentas da qualidade, para que seja possível realizar um diagnóstico da situação da empresa e atender ao problema de pesquisa proposto. O capítulo 3 descreve a metodologia utilizada, e posteriormente, o capítulo 4 contém o estudo de caso, informações sobre a empresa escolhida e análise dos dados; finalizando o estudo, o capítulo 5 apresenta a conclusão sob a ótica da autora e o capítulo 6 contém o referencial bibliográfico que auxiliou a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda uma breve contextualização sobre as fases do crescimento do setor ferroviário no Brasil e sobre a utilização do Seis Sigma como ferramenta de gestão, servindo de base teórica à utilização das ferramentas da qualidade para alcance do objetivo do estudo. Apresenta o conteúdo sobre a CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas), que estabelece um conjunto de regras sobre duração de jornadas dos maquinistas e possibilitam a delimitação de aplicabilidade de ações no estudo em questão.

2.1. SEIS SIGMA: CONCEITO E CONTEXTUALIZAÇÃO

O atendimento às exigências do público estratégico (*stakeholders*), tais como: qualidade, mitigação de custos, flexibilidade na entrega e agilidade na produção, faz parte do cotidiano de empresas que desejam manter-se no mercado. Essa nova abordagem de competição representa a capacidade e necessidade de as empresas se desenvolverem, implantando modelos mais robustos, caracterizados por práticas inovadoras, perpassando por suas dificuldades em busca de vantagem competitiva que sustentem vendas e gerem lucro.

Neste contexto, pode-se fazer uso da definição de Harry *et al* (1998, p. 62) sobre o conceito de Seis Sigma:

Seis Sigma é um processo de negócio que permite às organizações incrementar seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros. A meta dos Seis Sigmas não é alcançar os Seis Sigmas de qualidade. Seis Sigma está relacionado à melhoria da lucratividade. Organizações que implementam Seis Sigma, fazem isso com a meta de melhorar seus lucros.

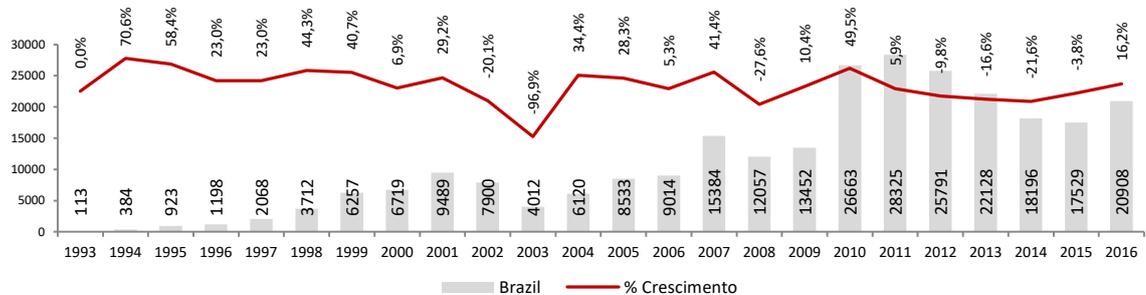
O método Seis Sigma é um conjunto de técnicas aplicadas por meio de liderança capacitada pela empresa para alcance de eficiência em execução de tais técnicas. Empresas solidificadas no conceito e abordagem do Seis Sigma conseguem produzir mais e melhor com custos mais baixos e em menos tempo, com base na prevenção de defeitos, encurtamento de ciclo produtivo e redução de custos. Logo, o método deve ser baseado no conhecimento de clientes e indicadores de desempenho que direcionem para esses resultados. Mapear o ponto crítico da qualidade que afeta o cliente ou à própria empresa é a base para o sucesso de iniciativas Seis Sigma (HARRY ET AL, 1998).

O Seis Sigma pode ser aplicado em todos os setores e atividades de uma empresa, pois integra em seu escopo conceitos de gerenciamento de processos, controle estatístico de processos (CEP), manufatura enxuta, simulação, benchmarking e planejamento de experimentos. A aplicação do Seis Sigma provoca mudança cultural na organização e consolida a visão hierárquica existente e necessária para o bom funcionamento das empresas, gerando, conseqüentemente, integração que produz eficácia e eficiência em todas as etapas dos processos (HARRY ET AL, 1998).

Além disso, os projetos baseados no Seis Sigma podem ser suportados por cinco vantagens competitivas, conforme abordado por Menezes (2003), a qualidade como vantagem competitiva demonstra que a organização é capaz de fazer as coisas certas no tempo adequado, evitando perdas e retrabalho. A velocidade como vantagem competitiva permite à empresa produzir mais rapidamente seu produto/serviço. A vantagem competitiva da confiabilidade gera a fidelização de clientes. A vantagem competitiva da flexibilidade permite alterações rápidas e eficazes, mantendo seus padrões de qualidade e prazo. A vantagem competitiva do custo traduz a capacidade que a empresa possui de tornar as coisas mais baratas.

Com base na abordagem de Menezes (2003), pode-se verificar que a qualidade, como um dos pilares do método, encaminha à existência de vantagem competitiva por meio da redução de retrabalho e perdas. Por esta razão, investir em qualidade continua sendo tão importante. Conforme demonstrado na Figura 1, na década de 1990, o Brasil vivenciou investimentos em grande escala para conquistar as certificações de Sistemas da Qualidade (SQ). Porém, na versão atualizada em 2000, cerca de 60% das empresas perderam a certificação (ISO, 2016).

Figura 1: Evolução das Certificações ISO 9001 no Brasil



Fonte: Adaptado de ISO Survey. Disponível em <
<https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>>. Acessado em 08/06/2018.

Com o surgimento do método Seis Sigma, houve uma redefinição do conceito de qualidade, que deixou de atrelar-se ao sentido tradicional, contemplando apenas normas e requisitos internos, para agregá-la a um esforço produtivo e alcance seus objetivos estratégicos.

O Seis Sigma mostrou-se como uma versão aprimorada de versões anteriores de momentos da qualidade, com deficiências corrigidas e focada no alcance de zero defeito.

De acordo com Rotondaro (2002), pode-se definir como objetivos do Seis Sigma:

- ✓ Redução de variabilidade nos processos (críticos ou não);
- ✓ Redução de custos por meio de otimização de atividades;
- ✓ Maximização de lucros;
- ✓ Eliminação de fontes de variação e geração de defeitos em operações;
- ✓ Eliminação de “Custo da Má Qualidade” (*Cost of Poor Quality*).

Logo, a gestão da qualidade no processo surge como o direcionamento de todas as ações no processo produtivo para o pleno atendimento do cliente (PALADINI, 2012).

Para Deming (2000), a qualidade é uma preocupação de todos na organização, devendo ser tratada de forma prioritária para que o fluxo produtivo aconteça de forma otimizada e econômica.

Conforme exposto nas Tabelas 1, 2 e 3, a viabilidade da gestão da qualidade envolve a implantação de atividades agrupadas em três etapas: a eliminação das perdas, a eliminação das causas das perdas e a otimização do processo (PALADINI, 2012).

Tabela 1: Eliminação das perdas

Atividades características	<ol style="list-style-type: none"> 1) Eliminação de defeitos, refugos e retrabalho. 2) Emprego de programas de redução de erros de mão de obra. 3) Esforços para minimizar custos de produção. 4) Eliminação de esforços inúteis (como reuniões inconclusivas).
Natureza das ações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corretivas (objetivam eliminar falhas do sistema) ✓ Ações direcionadas para elementos específicos do processo. ✓ Alvo limitado e bem definido. ✓ Resultados imediatos
Prioridade	Minimizar desvios de produção.
Observações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não se acrescenta nada ao processo ✓ Eliminam-se os desperdícios.

Fonte: PALADINI, 2012, p.22.

Tabela 2: Eliminação das causas de perdas

Atividades características	<ol style="list-style-type: none"> 1) Estudo das causas de ocorrência de defeitos ou de situações que favorecem seu aparecimento. 2) Controle estatístico de defeitos. 3) Desenvolvimento de projetos de experimentos voltados para a relação entre causas e efeitos. 4) Estruturação de sistemas de informações para monitorar a produção e avaliar reflexos, no processo, de ações desenvolvidas.
Natureza das ações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preventivas. ✓ Ênfase em eliminar causas de falhas do sistema. ✓ Meta: corrigir o mau uso dos recursos da empresa. ✓ Ações direcionadas para áreas ou etapas do processo de produção, setores da fábrica ou grupos de pessoas. ✓ Alvo: obter níveis de desempenho do processo produtivo em função de ações que foram desenvolvidas. ✓ Resultados: Médio prazo.
Prioridade	Evitar situações que possam conduzir a desvios de produção, eliminando-se elementos que prejudiquem e gerando-se condições mais adequadas para seu funcionamento normal.
Observações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Considera-se perda toda ação que não agrega valor ao produto, qualquer ação que não aumente a adequação do produto ao seu uso efetivo. ✓ Requer atividades de difícil implantação e de avaliação mais complexa, mas pode-se observar se estão ocorrendo melhorias em termos de qualidade.

Fonte: PALADINI, 2012, p.22.

Tabela 3: Otimização do Processo

Atividades características	<ol style="list-style-type: none"> 1) Novo conceito de qualidade, eliminando a ideia de qualidade como ausência de defeitos, mas sim adequação ao uso. 2) Aumento da produtividade e da capacidade operacional da empresa 3) Melhor alocação dos recursos humanos da empresa 4) Otimização dos recursos da empresa (como materiais, equipamentos, tempo, energia, espaço, métodos de trabalho ou influencia ambiental); 5) Adequação crescente entre produto e processo; processo e projeto e projeto e mercado. 6) Estruturação dos sistemas de informações para a qualidade.
Natureza das ações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atividades destinadas a gerar resultados benéficos à organização de forma permanente. ✓ Resultados a longo prazo. ✓ Ações abrangentes, dirigindo-se para todo o processo (alvo a atingir). ✓ Atuação em termos de resultados individuais de áreas, grupo de pessoas ou setores e na interface entre eles, enfatizando contribuições individuais ou coletivas para o resultado global do processo.
Prioridade	Definir potencialidades da produção, enfatizando o que o processo tem de melhor hoje e o que é capaz de melhorá-lo ainda mais.
Observações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Esta é a única etapa que agrega, efetivamente, valor ao processo e ao produto.

Fonte: PALADINI, 2012, p.23.

Há necessidade de identificar e eliminar toda possibilidade de ocorrências de perda, desde as mais simples às mais complexas, com modelos estruturados de estudos, ações e sistemas. Logo, ao passo que se avançam as etapas, completa-se o ciclo de melhoria, gerando reduções de custos, aumento da qualidade e melhoria do processo com alcance de alto desempenho.

2.2. VARIABILIDADE, O DMAIC E AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

A variabilidade nos processos é algo comum em meio a cenários operacionais. Conforme mencionado por Werkema (1995), a variabilidade na qualidade dos produtos gerados em um processo pode ter causas aleatórias ou, ainda, causas assinaláveis.

As causas aleatórias são geradas a partir de uma variabilidade natural, independente da existência de padronização de algum processo. Por outro lado, as causas assinaláveis são decorrentes de eventos inesperados, dispersando o nível de qualidade.

Neste contexto, para Werkema (1995), o processo estará controlado quando não houver ocorrência inesperada. Logo, para fins de controle estatístico de processos, entende-se que é necessário minimizar impactos de causas aleatórias e, ainda, eliminar as causas assinaláveis.

Com foco na redução da variabilidade do processo e melhoria dos resultados operacionais de uma empresa utiliza-se o método Seis Sigma. Segundo Rotondaro (2002), sua aplicação, resulta, conseqüentemente, na redução de custos oriundos da otimização de processos e melhoria da produção (aumento da qualidade, redução de desperdício e retrabalho, entre outros). Para tanto, define-se um objetivo (meta) e, desenvolve-se uma estrutura para alcance dos objetivos com base no DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), que é uma ferramenta de gerenciamento de processos.

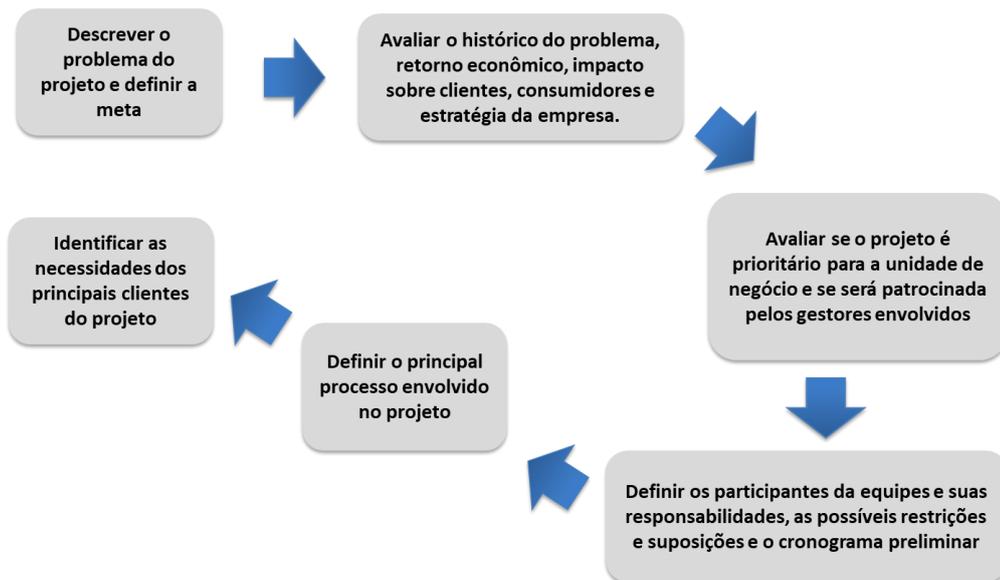
O DMAIC objetiva a mitigação de perdas pela melhoria da qualidade, aumento da lucratividade e produtividade, redução de custos e insatisfação, além da melhoria da eficiência.

No mesmo contexto, o Seis Sigma tem foco em “defeito zero”, por meio da redução de não conformidades. O programa possui Fases Metodológicas, gerenciadas pelo DMAIC:

2.2.1. Definir (Identificar o problema)

A ordem das atividades a serem executadas nesta fase é apresentada na Figura 2. A primeira fase do programa consiste na identificação de problemas prioritários e na definição de uma meta geral.

Figura 2: Atividades a serem executadas na etapa “DEFINIR”



Fonte: Adaptado de Werkema, 2004.

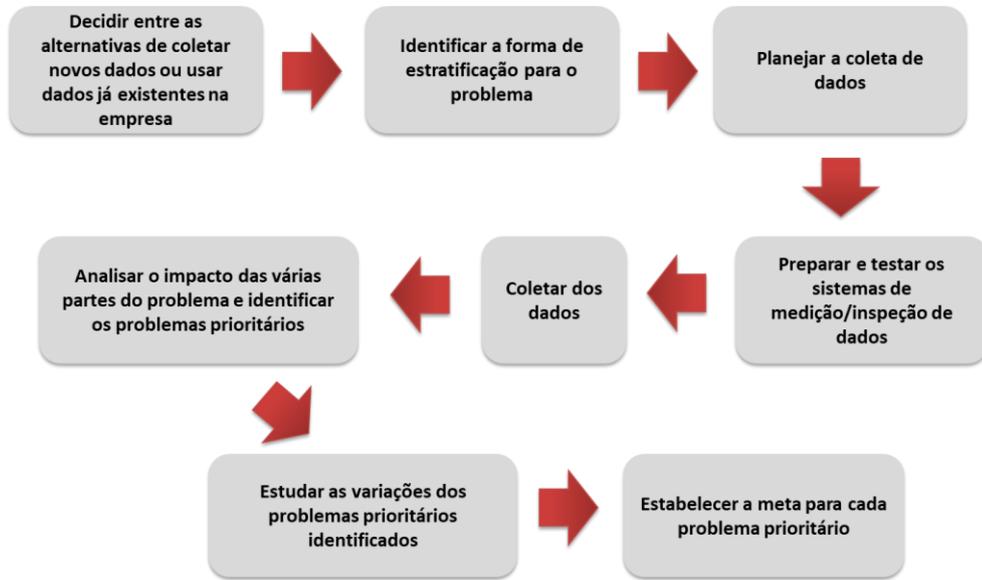
Os problemas prioritários devem ser selecionados com cautela, baseando-se na estratégia da empresa – ambiente interno e externo –, além de problemas crônicos provenientes da empresa (MOREIRA ET AL., 2004).

A meta geral deve ser estabelecida com base no objetivo gerencial, possuindo, ainda, objetivo, valor e prazo.

2.2.2. Medir (Analisar o fenômeno)

A segunda fase consiste em medir o fenômeno com base na estratificação do problema e coleta de dados (novos ou utilização de dados existentes), avaliando os impactos para identificar os problemas prioritários dentro do escopo. A ordem das atividades a serem executadas nesta fase é apresentada na Figura 3:

Figura 3: Atividades a serem executadas na etapa “MEDIR”

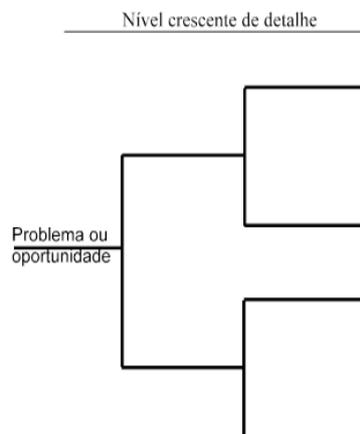


Fonte: Adaptado de Werkema, 2004.

Além disso, conforme abordagem de Moreira et al (2004) é nessa fase em que será feito o desdobramento o problema em problemas menores. Para tanto, é necessária a definição de critérios (local, tipo, atividade, turno, entre outros) e, em seguida, a priorização os problemas com base no Gráfico de Pareto, que permitirá a construção de um Diagrama de Árvore, para melhor visualização e identificação desses problemas críticos.

Com a aplicação do Diagrama de Árvore, conforme demonstrado na Figura 4, é possível ter uma visão estruturada e sistemática de um problema, por meio dos “galhos” gerados em sua estratificação.

Figura 4: Modelo de diagrama de árvore



Fonte: Adaptado de Werkema, 2004.

Com a estratificação de problemas por meio do Gráfico de Pareto os problemas críticos ficam mais evidentes, direcionando com maior precisão as análises posteriores.

A partir deste ponto, avalia-se a variabilidade do fenômeno que gera cada problema crítico, identificando oportunidade nas variações. Para identificar a existência de causa aleatória ou assinalável em cada problema, constroem-se cartas de controle, um modelo de controle de processos originalmente desenvolvido por Walter Shewhart em 1.931 (SLACK, 2002).

Conforme as Figuras 5 e 6, os gráficos de controle são compostos por:

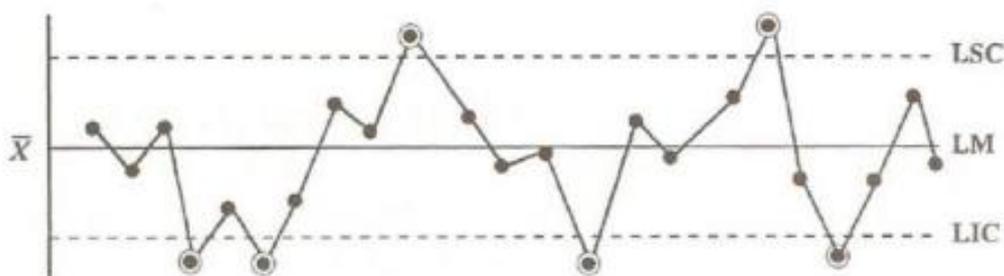
- ✓ Uma linha média (LM), que delimita o valor médio dos valores obtidos no controle;
- ✓ Limite inferior de controle (LIC – abaixo da LM) e Limite superior de controle (LSC – acima da LM), que delimitam os valores mínimo e máximo possíveis para que os valores plotados sejam considerados aceitáveis;
- ✓ Valores da variável a ser analisada plotados no gráfico.

Figura 5: Gráfico de Controle - Processo sob controle



Fonte: Werkema (1995, p. 118)

Figura 6: Gráfico de Controle - Processo fora do controle



Fonte: Werkema (1995 p. 118)

Pode-se considerar o processo fora de controle se o gráfico, segundo Silva (2006), possuir:

- ✓ Pontos fora dos limites de controle;
- ✓ Periodicidade (repetição de tendência para cima ou para baixo, em intervalos com a mesma amplitude);
- ✓ Sequência (vários pontos consecutivos aparecem em apenas em um dos lados da média);
- ✓ Tendência (movimento contínuo, podendo se ascendente ou descendente, dos pontos);
- ✓ Aproximação dos limites de controle; ou,
- ✓ Aproximação da Linha Média;

De acordo com Sachkin e Kiser (1994), para amostras de tamanho um ($n = 1$), são construídos gráficos X-AM. Os mesmos são construídos quando toda unidade produzida é avaliada ou quando a taxa de produção é baixa, não permitindo $n > 1$ para que sejam realizadas as análises.

Estes gráficos são utilizados para medidas individuais e devem ser analisados juntos, sendo que seus dados devem possuir uma distribuição normal.

Para ocorrências em que não sigam essa distribuição, os limites de controle dos gráficos X e AM devem ser determinados com base na verdadeira distribuição dos dados ou, ainda, transformar a variável original em uma nova variável que seja aproximadamente normal e então reconstruir os gráficos com base nos novos valores (SACHKIN; KISER, 1994).

Com base na análise de variações, levanta-se por meio de pesquisas, entrevistas, concorrentes ou estudos teóricos, conforme orientado por Carvalho e Paladini (2012), os limites de especificação, que possibilitarão a análise do nível de atendimento às mesmas por meio de construção de histogramas de frequência com limites e índices.

Além disso, é necessário verificar o nível de controle dos processos. Conforme definição de Slack (2002, p. 566) a capacidade do processo “é a medida da aceitabilidade da variação do processo”.

Para estudar a capacidade é indispensável que o processo esteja controlado estatisticamente. É necessário que ocorra o acompanhamento do processo e, a partir da verificação da estabilidade pelas cartas de controle, sejam iniciados os estudos de

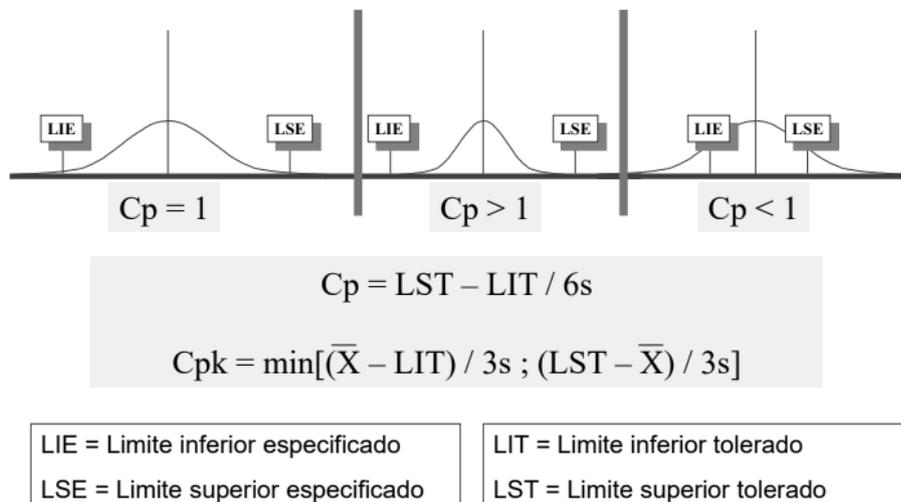
capabilidade. O estudo da capacidade determina a habilidade em satisfazer as especificações e os limites de tolerância, fornecendo o diagnóstico do estado de controle dos processos de produção, ou seja, se são ou não capazes de satisfazer as solicitações dos clientes (WERKEMA, 1995).

Segundo Siqueira (1997), o índice C_p é o mais simples e não leva em consideração a centralização do processo. Suas principais características são:

- ✓ Considera como taxa de tolerância à variação do processo.
- ✓ Não é sensível aos deslocamentos (causas especiais).
- ✓ Quanto maior o índice, menos provável que o processo esteja fora das especificações.
- ✓ Um processo com uma curva estreita (C_p elevado) pode não estar de acordo com as necessidades do cliente se não for centrado dentro das especificações.

Ainda segundo Siqueira (1997), o índice C_{pk} é mais complexo e leva em consideração a centralização do processo: Este é sensível aos deslocamentos (causas especiais) dos dados, sendo considerado como o ajuste do índice C_p para uma distribuição não centrada entre os limites de especificação. A Figura 7 mostra o cálculo do índice de capacidade.

Figura 7: Curvas de capacidade



Fonte: Adaptado de Montgomery (2003)

No cálculo da capacidade leva-se em conta a variabilidade do processo, ou seja, o desvio padrão que pode ser calculado ou estimado:

- ✓ • Se C_p ou $C_{pk} > 1,33$: o processo é capaz
- ✓ • Se C_p ou $C_{pk} = 1,33$: o processo é marginalmente capaz
- ✓ • Se C_p ou $C_{pk} < 1,00$: o processo não é capaz

De posse todas as informações que confirmem a capacidade de que os problemas sejam resolvidos através da aplicação do Seis Sigma, chega-se ao momento de priorizar o problema foco e estabelecer metas específicas por meio da análise do impacto dos problemas críticos no problema geral (índice de criticidade), facilidade de atuação em cada problema específico (índice de facilidade) e o poder de decisão do responsável pelo atingimento da meta (índice de autoridade).

A partir da prioridade definida, são estabelecidas as metas específicas tendo os princípios de objetivo, valor e prazo, sendo que o objetivo podendo ser redução das causas assinaláveis, deslocamento da média e redução das causas aleatórias (MONTGOMERY, 2003).

2.2.3. Analisar (Análise do Processo)

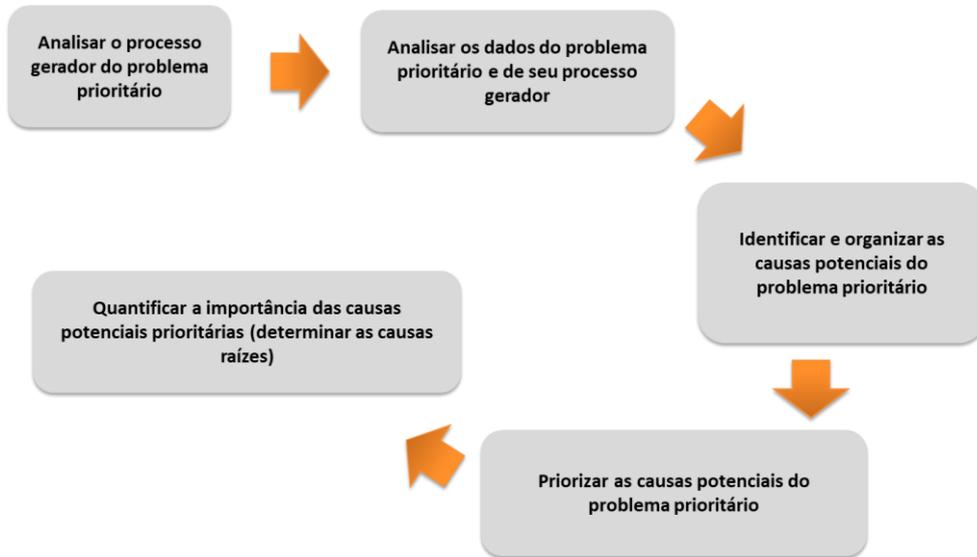
Tomando por base o resultado indesejável de processo, tem-se que na fase de análise são levantados os possíveis fatores causadores de cada problema específico (MOREIRA ET. AL, 2004). Ou seja, procura-se descobrir as causas fundamentais e a qualificação dos problemas (WERKEMA, 2004).

É na fase de análise dos dados coletados que se permite descobrir as fontes das variações nos processos, por meio do uso de ferramentas da qualidade e de ferramentas estatísticas (ROTONDARO, 2002).

Para entender o fluxo e identificar as oportunidades, deve-se, primeiramente, observar o processo relacionado ao problem. Posteriormente, analisam-se os dados para identificar os fatores que produzem variações nos resultados relacionados ao problema e como se dá a manifestação dessas variações (WERKEMA, 2004).

A ordem das atividades a serem executadas nesta fase é apresentada na Figura 8:

Figura 8: Atividades a serem executadas na etapa “ANALISAR”



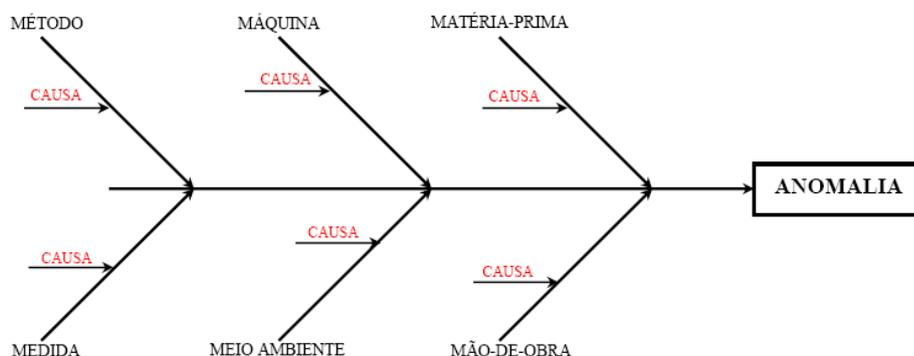
Fonte: Adaptado de Werkema, 2004.

Segundo Van der Pol (2011), após o levantamento das análises é necessário identificar as prováveis causas do problema, que podem ser realizadas através de um Brainstorming e os resultados podem ser organizados em um Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Afinidades ou Diagrama de Relações, com a finalidade de permitir melhor visualização e entendimento.

Conforme demonstrado na Figura 9, o Diagrama de Causa e Efeito, segundo Werkema (1995, p. 101) é:

(...) “utilizado para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado”.

Figura 9: Modelo de Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Adaptado de Ishikawa, 1993, p. 64.

Segundo Aguiar (2006), as causas potenciais devem ser priorizadas e, após, realizada a coleta de dados para verificar as causas significativas para o problema, de forma que o esforço seja menor e o impacto seja alto, uma vez que serão determinados menos pontos focais de atuação (sequencial e/ou simultânea).

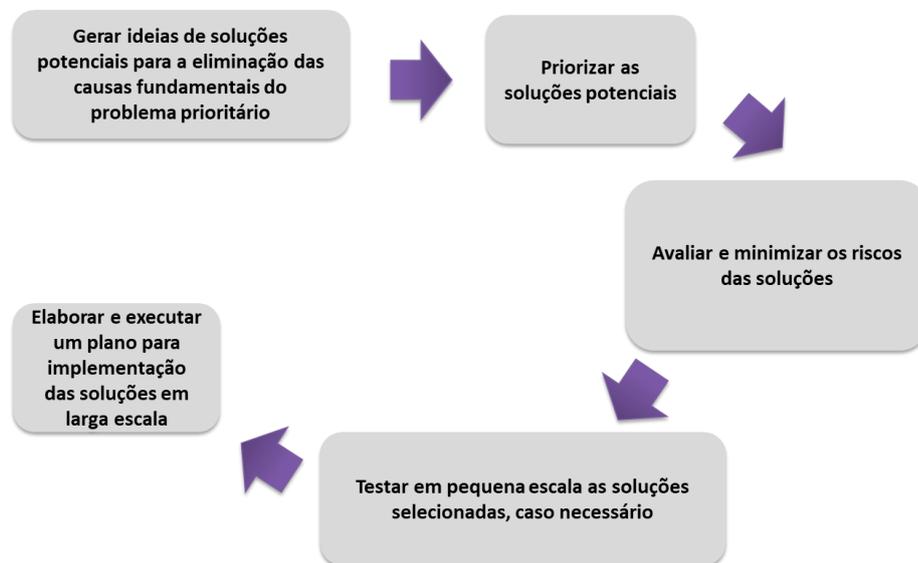
Assim, essa relação de causa e interesse no problema, direcionará à priorização de causas com maior grau de influência para a resolução do problema crítico.

2.2.4. Melhorar (Estabelecimento do Plano de Ação)

Segundo Moreira et al (2004), os Planos de Ação devem ser gerados considerando viabilidade e retorno. Para tanto, é necessário garantir, por meio de verificação de deslocamento das médias, redução da variabilidade e definição de limites apropriados para o processo, que os parâmetros e dados gerados viabilizem o tratamento das causas raízes. A partir disso, as pessoas envolvidas devem ser treinadas para garantir conformidade na execução.

Em resumo, a Figura 10 mostra a ordem das atividades a serem executadas nesta fase.

Figura 10: Atividades a serem executadas na etapa “MELHORAR”



Fonte: Adaptado de Werkema, 2004.

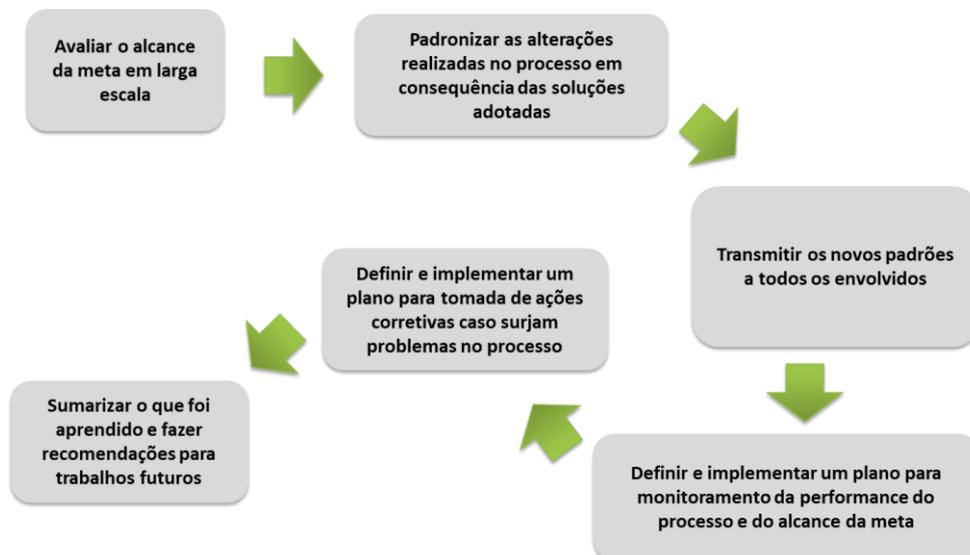
Segundo Gomes (2014), o 5W2H (W - O que? W - Por quê? W - Quem? W - Onde? W - Quando? H - Quanto? H - Como?) é uma ferramenta aplicável à elaboração de planos de ação. Isto porque tem caráter simples e objetivo, facilitando o direcionamento correto de ações suficientes para mitigar as perdas. Pode ser aplicado, também, como 5W1H, quando não há dimensionamento de gastos financeiros com o projeto.

2.2.5. Controlar (Verificação e Padronização dos Resultados)

Em caso de alcance de todas as metas, padroniza-se o processo, e em caso contrário, estabelecem-se ações corretivas a serem tomadas. Se necessário, volta-se a alguma etapa anterior da ferramenta DMAIC para corrigir e/ou redefinir prioridades (MOREIRA ET AL, 2004).

Conforme Figura 11, na etapa de controle é possível verificar os resultados e comparar o planejado com o que foi, de fato, realizado.

Figura 11: Atividades a serem executadas na etapa “CONTROLAR”



Fonte: Adaptado de Werkema, 2004.

É importante ressaltar que, apesar da visão de controle ser apresentada na etapa final do processo, percebe-se que há necessidade de controlar os indicadores em todas as etapas. Segundo Juran (1989), o controle da qualidade e o controle dos processos deveriam acontecer durante o processo produtivo, pois é neste momento que se percebem as variações que afetam

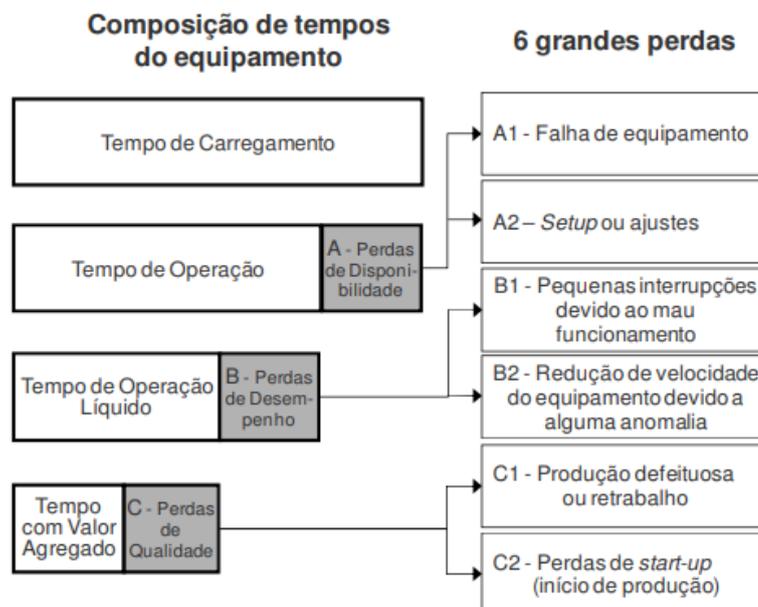
na qualidade final e não sob forma de inspeção, quando não há medidas preventivas cabíveis. Logo, o controle contínuo pode garantir que variabilidades sejam minimizadas e que não haja prejuízos aos resultados ao longo da implantação das ações.

2.3. OEE - EFICIÊNCIA GERAL DE EQUIPAMENTO

De acordo com Stamatis (2011), a *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), ou seja, a Eficiência Geral de Equipamento é um indicador que tem origem da manutenção produtiva total – *Total Productive Maintenance* (TPM) –, que foi uma política aplicada, pela primeira vez, em uma cadeia automotiva no Japão.

Conforme a Figura 12, o objetivo da TPM é aumentar a eficiência global dos sistemas de produção, conglomerando, não só a atuação em perdas advindas de preparação, ajuste, falhas no equipamento, redução de velocidade, defeitos na produção e defeitos no processo, mas, também, com foco em todo processo produtivo, incluindo perdas de recursos físicos e pessoas. Logo, tem caráter estratégico, baseado na eliminação de perdas, redução de custos e maximização da eficiência (STAMATIS, 2011).

Figura 12: Estrutura de Seis Grandes Perdas de Tempo



Fonte: Adaptado de Braglia et al (2009).

Para Corrêa e Corrêa (2007), o índice de OEE procura considerar os impactos gerados na operação como consequência da indisponibilidade de seus recursos físicos, isto porque ele avalia a utilização efetiva de recursos e ativos.

A OEE é o resultado do produto de três índices, conforme Tabela 4:

Tabela 4: Índices da OEE

Índices	Descrição	Fórmula de Cálculo
Disponibilidade	É o tempo em que o equipamento realmente operou em relação ao que ele deveria ter operado	$D = \frac{\text{Tempo Total Disponível} - \text{Paradas}}{\text{Tempo Total Disponível} - \text{paradas Planejadas}} * 100$
Performance	Avalia a velocidade de produção e perdas por pequenas paradas.	$P = \frac{\text{Quantidade Produzida}}{\text{Qtde. Teórica Produzida no Tempo Total disponível}} * 100$
Qualidade	Quantidade de itens produzidos com “zero defeito”	$Q = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{refugos e trabalhos})}{\text{Total de peças produzidas}} * 100$

Fonte: Adaptado de Stamatis, 2011.

Portanto, o cálculo da OEE é realizado por meio da seguinte multiplicação: Disponibilidade (%) x Performance (%) x Qualidade (%). Chegando-se a um valor entre 0 a 100% de eficiência.

Para definir os resultados aceitáveis de eficiência, Hansen (2006) os resume da seguinte forma:

- ✓ < 65%: Inaceitável. Dinheiro escondido é jogado fora. Peça ajuda agora.
- ✓ 65% - 75%: Aceitável somente se as tendências trimestrais estiverem melhorando;
- ✓ 75% – 85%. Muito bom. No entanto, não fique parado. Continue em direção ao nível Classe Mundial (>85% para processos em lotes e >90% para processos discretos e contínuos. Indústrias de fluxo contínuo devem ter valores da OEE de 95% ou superior) (HANSEN, 2006, p. 31).

Logo, para que a organização seja considerada eficiente, é preciso melhorar continuamente os processos e reduzir as perdas que impactam os índices que compõem o indicador, almejando o alcance de, pelo menos, 85% de eficiência.

Neste sentido, a organização deve atentar-se às perdas que podem ser ocasionadas durante o processo produtivo, seja pela disponibilidade de horas para produção (evidenciada a partir do tempo de operação realizado em relação ao planejado), pela velocidade na execução da tarefa ou, ainda, pelo percentual de conformidade com o esperado para o processo. Para

tanto, é importante que a disponibilidade seja aproveitada, ao máximo, de forma que, posterior ou concomitantemente, sejam trabalhadas as melhorias em performance e qualidade.

2.4. CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS TRABALHISTAS

Para fins de legislação trabalhista, definem-se maquinistas, auxiliares e inspetores de operação como um grupo distinto de trabalhadores, possuindo, portanto, legislação específica para a função. Com isso, torna-se indispensável, no contexto do presente trabalho, a definição dos seguintes conceitos: Categoria C, Hora Improdutiva, Jornada de Trabalho, Jornada Segura e Descanso.

A Seção V da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) trata, especificamente, sobre o serviço ferroviário, objeto de estudo deste trabalho.

No seu artigo 237, a CLT divide o pessoal a que se refere a seção em categorias. Na alínea “c” do mesmo artigo, definem-se as equipagens de trens em geral como uma categoria. Logo, Categoria C.

A Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) prevê que:

A duração normal do trabalho, para os empregados em qualquer atividade privada, não excederá de 8 (oito) horas diárias, desde que não seja fixado expressamente outro limite (BRASIL, 1.943).

Sobre a Hora Improdutiva:

Considera-se de "prontidão" o empregado que ficar nas dependências da estrada, aguardando ordens. A escala de prontidão será, no máximo, de doze horas [...] (BRASIL, 1.943).

A CLT prediz, ainda, que:

O tempo despendido pelo empregado até o local de trabalho e para o seu retorno, por qualquer meio de transporte, não será computado na jornada de trabalho, salvo quando, tratando-se de local de difícil acesso ou não servido por transporte público, o empregador fornecer a condução (BRASIL, 1.943).

Acerca da Jornada Segura, define-se que:

Para o pessoal da categoria "c", a prorrogação do trabalho independe de acordo ou contrato coletivo, não podendo, entretanto, exceder de 12 (doze) horas, pelo que as empresas organizarão, sempre que possível, os serviços de equipagens de trens com destacamentos nos trechos das linhas de modo a ser observada a duração normal de oito horas de trabalho (BRASIL, 1.943).

A respeito do descanso, a CLT prevê que:

Para o pessoal sujeito ao regime do presente artigo, depois de cada jornada de trabalho haverá um repouso de 10 (dez) horas contínuas, no mínimo, observando-se, outrossim, o descanso semanal (BRASIL, 1.943).

Entende-se que, a hora improdutiva é o tempo que o colaborador está à disposição da empresa, porém, sem execução de atividade de serviço. A Jornada de Trabalho é o tempo de serviço que o colaborador (Categoria C) dispõe para execução de suas atividades na empresa, desconsiderando-se, a princípio, o deslocamento até o local de trabalho ou seu retorno. Já a Jornada Segura, é o somatório da hora improdutiva e do tempo de serviço, que não podem ultrapassar 12 (doze) horas. E, por fim, o descanso é que o intervalo entre jornadas das equipagens.

É importante ressaltar que, no contexto da ferrovia, a hora improdutiva assume caráter anterior ou posterior à Jornada de trabalho, sendo caracterizada não só pela atividade de prontidão, mas pelo tempo de aguardo de condução e deslocamento para fins de descanso em sede ou fora da sede de destacamento da equipe.

Partindo deste pressuposto, verifica-se que o ciclo planejado dos maquinistas caracteriza-se pelo somatório do tempo existente entre o início e término de um determinado serviço, que ocorre e se completa com regularidade.

Vale enfatizar, ainda, que os dispositivos da CLT expostos no presente trabalho, referem-se à legislação vigente antes da reforma trabalhista, que entrou em vigor em 11 de novembro de 2017. Mas, mesmo com a revisão do Decreto-Lei não houve alteração nos pontos explicitados no referencial, não havendo, portanto, necessidade de revisão.

3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002, p. 17) “pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Abrange, portanto, a definição de técnicas e métodos para alcançar objetivos, compreendendo todas as fases existentes entre definição de problema principal e a apuração dos resultados obtidos.

A pesquisa pretende gerar conhecimento para aplicar o DMAIC e contribuir com a melhoria da utilização de horas trabalhadas dos maquinistas da empresa estudada através do método Seis Sigma. Deste modo, define-se que a pesquisa tem natureza aplicada (MENEZES, 2005).

Além da pesquisa aplicada, caracteriza-se, também, como tipo de pesquisa utilizado para este trabalho, o estudo de caso acerca de uma empresa do setor ferroviário brasileiro.

Sob a ótica de Yin (2001, p. 32), o estudo de caso é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Ainda de acordo com Yin (2001), há quatro tipos de projetos de estudo de caso que podem ser seguidos, a saber: caso único (holístico), caso único (incorporado), caso múltiplo (holístico) e caso múltiplo (incorporado). Independente da escolha, o fato é que o projeto a ser seguido norteará a formação das questões de pesquisa. Considerando que a proposta é revelar, a partir do estudo, uma situação recorrente e pouco explorada por outros pesquisadores, será adotado o modelo de caso único holístico.

Silva e Menezes (2001, p. 22), definem a necessidade do estudo de caso como: "quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento".

Vergara afirma que:

estudo de caso é o circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essa como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país. Tem caráter de profundidade e detalhamento (VERGARA, 2000, p. 49).

Para Fernandes (2012) as divisões para a pesquisa de campo podem ser classificadas como:

- ✓ Quantitativo-Descritivas: visa analisar problemas e oportunidades, e em seguida definir as principais variáveis (utiliza, principalmente, entrevistas, questionários ou formulários).
- ✓ Exploratórias: baseada na intensificação do conhecimento sobre o problema já conhecido (não utiliza, normalmente, técnicas de amostragem).
- ✓ Experimentais: focada na realização de experimentos (comuns em uso de projetos na área).

Com base nestas informações, a pesquisa também pode ser definida como exploratória, por assumir caráter investigativo em busca de compreensão, em maiores detalhes, das causas e consequências daquilo que é pesquisado. Neste sentido, será explorada a utilização de horas de trabalho dos maquinistas (o que será explorado), para identificar oportunidades de otimizar o tempo de serviço no carregamento do minério de ferro (o propósito da exploração) e, a partir da verificação dos indicadores (testes de projeto), será verificado se o estudo foi bem-sucedido ou não (critérios para julgar a exploração como bem-sucedida) (YIN, 2001).

3.1. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Para Yin (2001, p. 20), o estudo de caso é “uma estratégia de pesquisa abrangente”, que envolve um processo de investigação com diversas variáveis e fontes de evidências, que devem gerar resultados convergentes, a partir de proposições teóricas prévias de coleta e análise de dados.

Segundo Lakatos e Marconi (1991), o levantamento de dados pode ser feito através de três procedimentos:

- ✓ Pesquisa documental: com base em trabalhos já realizados sobre o assunto;
- ✓ Pesquisa bibliográfica: através de consultas em fontes relevantes sobre o tema abordado, com relatos e opiniões relevantes acerca do assunto;
- ✓ Contato direto: por meio de contato direto com a fonte de estudo.

Com base no projeto, que está relacionado a uma organização, será realizada a coleta de dados a partir dos resultados da organização, objeto de estudo (YIN, 2001).

Os dados utilizados fazem parte de um estudo realizado pela MRS Logística, no período de 01/07/2017 a 31/12/2017, como parte do Projeto de Produtividade de Equipagem (PPE), conduzido pela Diretoria de Operações.

3.2. PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE DADOS

A abordagem utilizada para a pesquisa e interpretação dos dados é a qualitativa, por possibilitar a apresentação dos dados de forma estruturada para posterior análise (VERGARA, 2000). A pesquisa englobou aspectos de uma única empresa, buscando compreender oportunidades na Operação de Trens por meio de identificação de causas e apuração de resultados, com base no estudo de caso definido.

Para fins de análise dos dados, serão aplicadas técnicas analíticas (disposição cronológica de informações, matriz de categorias, verificação de frequência de eventos, médias, variâncias, fluxogramas e métodos compatíveis) para exploração das evidências disponíveis no banco de dados do projeto (YIN, 2001). Espera-se, portanto, direcionar os desvios para um valor ótimo, que demonstrará adequação ao padrão.

Os dados serão analisados, também, por meio da aplicação das fases da ferramenta DMAIC, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Fases da ferramenta DMAIC

Fases	Etapa	Descrição
Definição do Problema	1	Identificação de prioridades (análise do ambiente/rotina da empresa)
	2	Estabelecimento da meta geral (objetivo e prazos)
Mensurar	3	Desdobramento dos problemas (identificar problemas críticos)
	4	Identificação de oportunidades nas variações
	5	Estabelecimento de metas específicas (pontos críticos e objetivos de melhoria)
Analisar	6	Identificação das causas potenciais a partir do objetivo de melhoria: otimização da mão-de-obra para atendimento do serviço na região.
	7	Quantificação e priorização das causas para alcance da meta geral;
Ação	8	Estabelecimento do Plano de Ação
	9	Execução do Plano de Ação
Controlar	10	Verificação
	11	Padronização e/ou Ação Corretiva

Fonte: Adaptado de Moreira (2004).

Finalizando o estudo de caso, o relatório será estruturado com uma estrutura analítica linear, desmembrada em: problema, revisão literária, métodos utilizados (aplicação das etapas

do DMAIC), descobertas, conclusões e implicações realizadas a partir da exploração dos dados (YIN, 2001).

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO EMPÍRICA

4.1. AS FASES DA EVOLUÇÃO DO SETOR FERROVIÁRIO

“O desenvolvimento ferroviário brasileiro sempre esteve intimamente ligado às políticas de governo, que sofreu grandes variações ao longo da história” (Fonte: ANTF). Tais variações podem ser verificadas a partir da evolução ferroviária no Brasil, conforme fases descritas na Tabela 6:

Tabela 6: Fases da Evolução do Setor Ferroviário

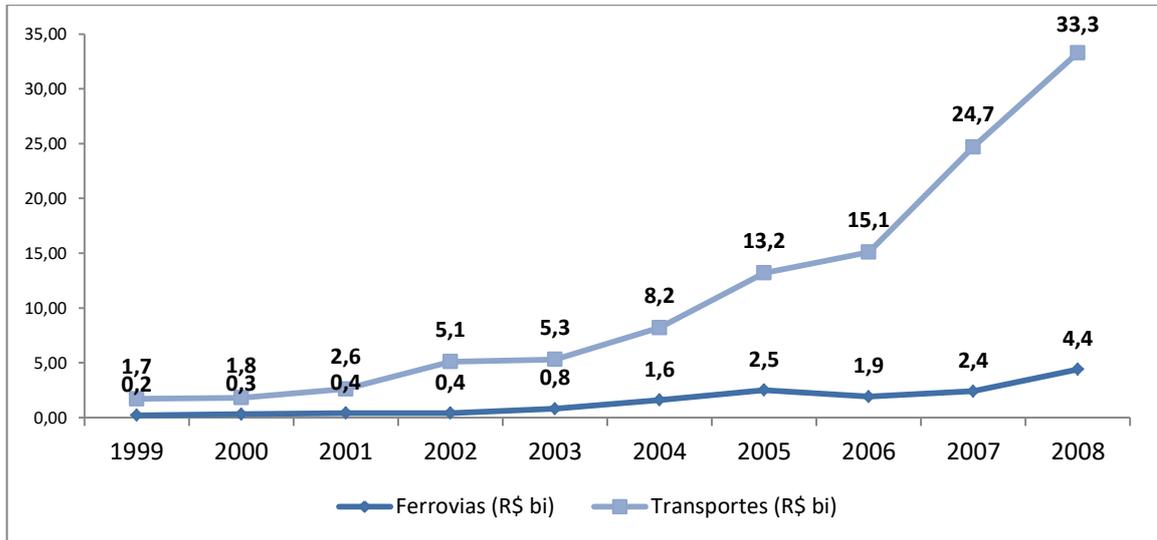
Período	Descrição
Fase I (1835 – 1873)	Durante a Regência e o Segundo Reinado, sendo observado o início da implantação de ferrovias no Brasil e o desenvolvimento desse sistema de transporte de forma lenta, por intermédio de empresas essencialmente privadas.
Fase II (1873 – 1889)	Abrangendo o Segundo Reinado e caracterizada por uma expansão acelerada da malha ferroviária, por meio de empreendedores privados, estimulados pelo instituto da garantia de juros.
Fase III (1889 – 1930)	Englobando a República Velha, ainda sendo observada uma expansão acelerada da malha, porém com o estado sendo obrigado a assumir o controle de várias empresas em dificuldades financeiras.
Fase IV (1930 – 1960)	Compreendendo a era Vargas e o pós-guerra, com o ritmo de expansão diminuindo e um amplo controle estatal das empresas antes privadas.
Fase V (1960 – 1990)	Situada quase que inteiramente ao longo do período em que a nação foi governada por um regime militar, estando a malha consolidada em poucas empresas públicas, ocorrendo a erradicação de ramais antieconômicos e a implantação de projetos seletivos de caráter estratégico.
Fase VI (1990 – 2016)	Período da Nova República, marcado pela concessão de todo o sistema ferroviário nacional.

Fonte: Adaptado de Disponível em <http://www.antf.org.br/historico/>, acessado em 13/03/2017.

De acordo com as fases mencionadas, pode-se observar que, a partir de 1996, com o período da Nova República e desenvolvimento do sistema de concessão, houve um crescimento acelerado no setor. Este crescimento pode ser atribuído, principalmente, aos

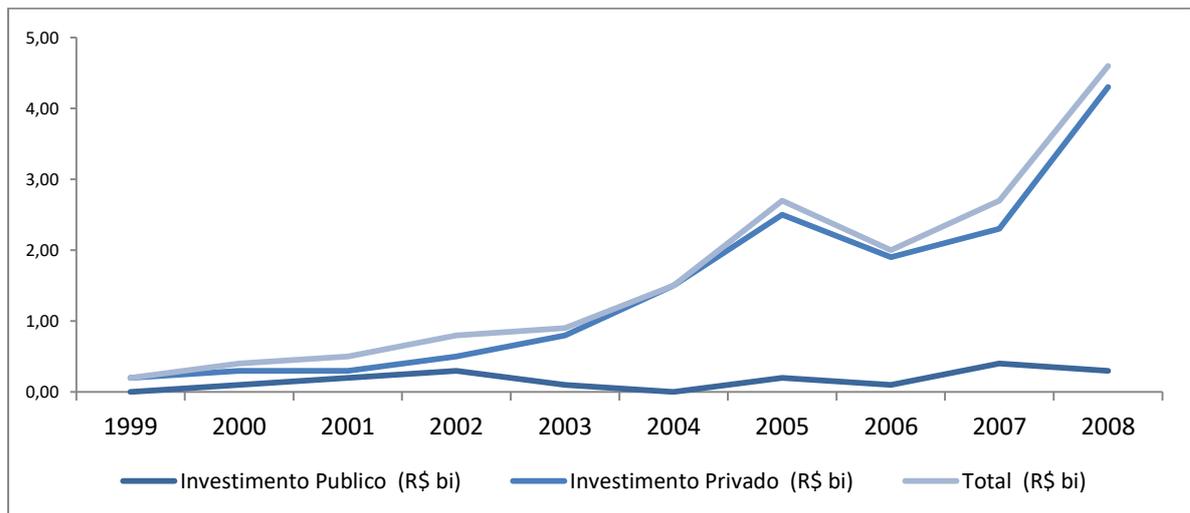
investimentos realizados no setor ferroviário, que acarretam em mudanças significativas pela busca de melhoria dos processos e aperfeiçoamento das atividades. As Figuras 13 e 14 mostram o impacto do investimento no setor na economia.

Figura 13: Participação no PIB dos Investimentos em Transportes e Ferrovias (1999-2008) (em % do PIB)



Fonte: Adaptado de Eixos do Desenvolvimento Brasileiro – Transporte Brasileiro de Cargas – IPEA (2010).

Figura 14: Evolução do investimento ferroviário público e privado (1999-2008) (Em bi R\$)



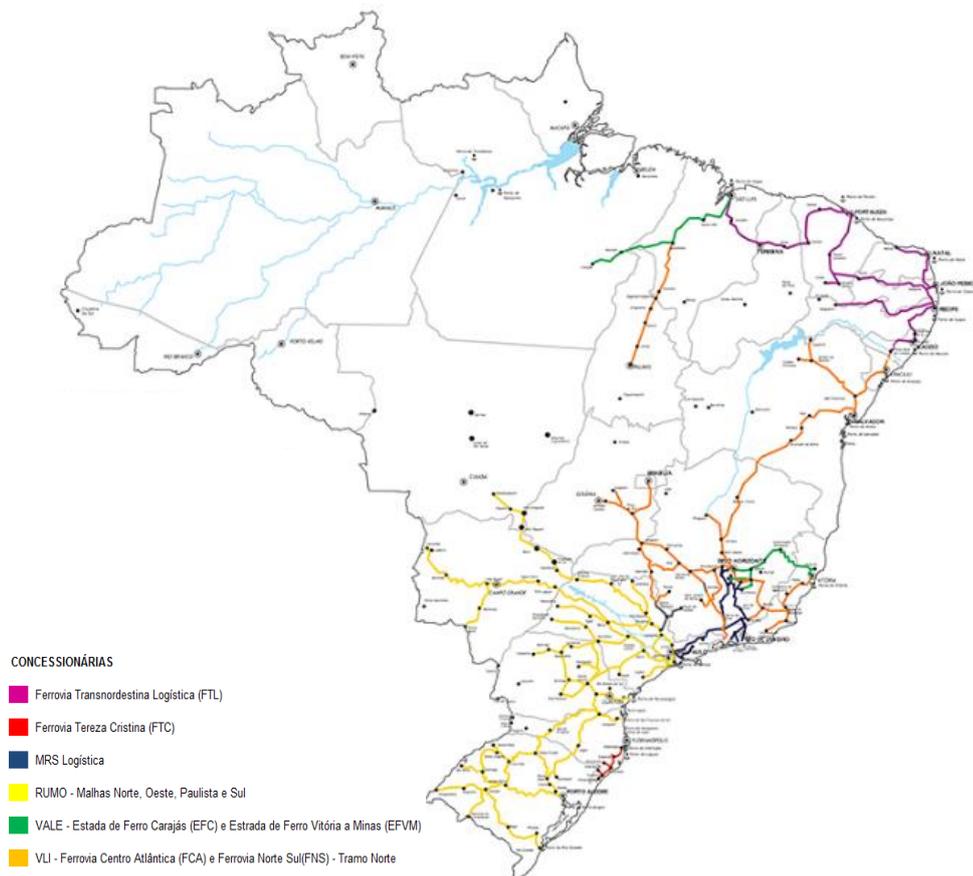
Fonte: Adaptado de Eixos do Desenvolvimento Brasileiro – Transporte Brasileiro de Cargas – IPEA (2010).

Pelos índices apresentados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 2010 houve um crescimento de R\$3,2 bi no investimento ferroviário, entre 1999 e 2008, considerando a participação do PIB, principalmente pela iniciativa privada.

Conforme demonstrado na Figura 15, segundo o IPEA:

a malha ferroviária no Brasil corresponde a cerca de 27.782 km. As ferrovias das empresas associadas à ANTF conectam o Quadrilátero Ferrífero, no sul de Minas Gerais, e outros centros de mineração e siderurgia, além dos maiores polos industriais e áreas agrícolas do País – especialmente da Região Centro-Oeste – aos mais importantes portos brasileiros, entre eles, os de Santos, no estado de São Paulo, de Itaqui, no Maranhão, Vitória, no Espírito Santo, e o do Rio de Janeiro.

Figura 15: Distribuição das concessionárias no território brasileiro



Fonte: Eixos do Desenvolvimento Brasileiro – Transporte Brasileiro de Cargas – IPEA (2010).

Por fim, com o início dos processos individuais de prorrogação antecipada dos contratos de concessão pelas associadas à ANTF, desde 2017, espera-se que o setor desenvolva um

cenário de mais investimentos de longo de prazo, expansão de capacidade de transporte, de produtividade e geração de empregos em várias regiões do País.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

A MRS Logística SA é uma concessionária criada em 1996 – a partir da transferência da iniciativa privada (RFFSA) à gestão do Sistema Ferroviário Nacional –, que possui 6.537 funcionários e administra 1.643km de malha ferroviária na região sudeste, abrangendo Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A MRS é considerada uma das maiores ferrovias de carga do mundo, concentrando 20% de tudo o que é exportado pelo Brasil, além de um 34% da carga transportada por trens no país (MRS, 2017).

Atualmente, a empresa transporta uma carga diversificada de contêineres, siderúrgicos, cimento, bauxita, agrícolas, coque, carvão e minério de ferro. A malha ferroviária conecta regiões produtoras de minerais e agrícolas. Além disso, a operação logística da MRS possui um diferencial econômico atrelado à sua localização, visto que os trilhos sob sua administração ligam os principais parques industriais do país aos maiores portos da região Sudeste (MRS, 2017).

Além do transporte de cargas diversas, a MRS oferece, também, soluções logísticas mais amplas (incluindo o planejamento e o desenvolvimento de soluções multimodais) e serviços ferroviários customizados avaliados, diariamente, por indicadores com foco em eficiência energética, tempo de transporte, disponibilidade e confiabilidade de ativos, segurança e produtividade. Com base no histórico de investimentos, a empresa pode ser considerada altamente tecnológica e aderente em uma cultura de inovação (MRS, 2017).

Os ramos de atuação da MRS no que tange o transporte de carga são: Carga Pesada (*Heavy Haul*) e Carga Geral. Os trens de Carga Geral possuem cargas diversas e uma formação que com variadas origens e destinos. Os trens de *Heavy Haul* são composições que possuem o mesmo produto e cliente, formando trens e tempos de ciclo pré-estabelecidos. Ciclo, conceitualmente, é o tempo despendido entre partida e retorno a um determinado ponto (MRS, 2017).

O Ciclo pode definido como o espaço de tempo durante o qual ocorre e se completa, com regularidade, um fenômeno ou um fato, ou uma sequência de fenômenos ou fatos; ou,

ainda, como uma série de fenômenos, fatos ou ações de caráter periódico que partem de um ponto inicial e terminam com a recorrência deste.

O ciclo do trem subdivide-se nas seguintes etapas:

1) Carregamento: A etapa de carga verificada a partir de quatro fases, conforme segue:

- ✓ Antes da Carga MRS (ACM): Tempo entre a chegada dos vagões no terminal de carregamento e sua disponibilização ao cliente.
- ✓ Antes da Carga Cliente (ACC): Tempo entre a disponibilização dos vagões ao cliente e início do carregamento.
- ✓ Carga (CAR): Tempo entre o início e o fim do carregamento efetivo.
- ✓ Depois da Carga MRS (DCM): Tempo entre o recebimento dos vagões carregados pela MRS até a partida do trem.

2) *Transit Time* Carregado (TTC): Tempo entre a saída da composição do terminal e a chegada no destino final (terminal de descarga).

3) Descarga: A etapa de descarga, assim como a de carga, é subdividida em quatro fases:

- ✓ Antes da Descarga MRS (ADM): Tempo entre a chegada dos vagões no destino e sua disponibilização ao cliente.
- ✓ Antes da Descarga Cliente (ADC): Tempo entre a disponibilização dos vagões carregados ao cliente e início da descarga.
- ✓ Descarga efetiva (DES): Tempo entre o início e o fim do descarregamento efetivo.
- ✓ Depois da Descarga MRS (DDM): Tempo entre o recebimento dos vagões vazios e a partida do trem do terminal.

4) *Transit Time* Vazio: Tempo entre a saída da composição do terminal de descarga e a chegada no destino final (terminal de carregamento), dando início a um novo ciclo.

O ciclo do maquinista subdivide-se nas seguintes etapas:

1) Prontidão na sede: Acontecerá todas as vezes que o maquinista se apresentar para serviço no seu local de origem (destacamento). Pode ser subdividida em:

- ✓ Hora Improdutiva Inicial – É o intervalo entre o momento que o maquinista fica à disposição da empresa, na escala de maquinistas, até o início do serviço.

- ✓ Serviço – É o tempo de trabalho do maquinista. Indica o término da hora improdutiva inicial.
- ✓ Hora Improdutiva Final – É o intervalo entre o momento que o maquinista termina o serviço e fecha seu caderno, na escala de maquinistas, indicando o término de sua jornada.

2) Descanso – É o intervalo entre jornadas. Esta subetapa tem caráter intermediário. Assim, quando o ciclo for de retorno, o descanso em sede deverá ser de, no mínimo, 12 (doze) horas. Quando o ciclo for longo, o mesmo deverá ser de, no mínimo, 10 (dez) horas, de acordo com a CLT e poderá, ainda, ser acrescido de prontidão no hotel, com duração variável, de acordo com a necessidade da empresa.

3) Prontidão fora da sede: acontecerá todas as vezes que o maquinista se apresentar para serviço no local do seu descanso (após a décima hora de descanso, conforme previsto em lei). Pode ser subdivida em:

- ✓ Hora Improdutiva Inicial – É o intervalo entre o momento que o maquinista fica à disposição da empresa, no hotel ou na escala, após o término do descanso, até o início do serviço fora de sua sede.
- ✓ Serviço – É o tempo de trabalho do maquinista, que inicia fora de sua sede. Indica o término da hora improdutiva inicial.
- ✓ Hora Improdutiva Final – É o intervalo entre o momento em que o maquinista termina o serviço e fecha seu caderno, na escala de maquinistas, indicando o término de sua jornada na sede de origem.

4) Intervalo (entre ciclos) – é o espaço de tempo entre o término e início de novos ciclos. Tem-se que, após dois ciclos de retorno, a Categoria C tem direito a, no mínimo, 22 (vinte e duas) horas de intervalo e, após dois ciclos longos, no mínimo, 56 (cinquenta e seis) horas de intervalo.

Para Slack (2002, p. 286), define-se tempo padrão como uma extensão do tempo básico.

Desta forma,

refere-se ao tempo permitido para a realização do trabalho sob circunstâncias específicas. Isso inclui tolerâncias para pausa e descanso, que devem ser permitidos devido às condições sob as quais o trabalho é realizado (SLACK, 2002, p. 286-287).

O acompanhamento dos tempos pré-estabelecidos pela empresa são de suma importância para o dimensionamento da produção mensal, considerando a capacidade de atendimento ao cliente.

Com base na demanda do cliente e na capacidade de transporte de cada composição, verifica-se a quantidade de ciclos de carga-descarga que deverão ser realizados e quantos maquinistas serão utilizados, a cada ciclo, para garantir que as toneladas dimensionadas sejam, de fato, transportadas.

De posse dessas informações, pode-se constatar que, quanto menor for o ciclo e, quanto menos maquinistas forem utilizados no processo, mais produtiva será a Operação. O ponto crucial neste ponto é o cumprimento dos acordos assumidos com os clientes da forma mais eficiente possível.

O trabalho se justifica no momento em que há necessidade de mudança no cenário da operação, no que tange a utilização de equipes, com foco na aproximação do ciclo real com o ciclo proposto, garantindo o atendimento dos objetivos e aumentando o nível de serviço acordado com os clientes.

Com o uso de ferramentas estatísticas e descritivas de qualidade, serão analisadas as causas de perda de horas de trabalho dos maquinistas, com base no tempo necessário para transportar a carga (*transit time*) dos trens vazios, a partir do ponto de troca Mário Castilho (FMO) até o pátio do Andaime (FOO), principal terminal de carregamento da MRS (onde há três silos para carregamento simultâneo de vagões) de forma a ser feito um levantamento dos principais fatos geradores de subutilização das equipes, para posterior planejamento de ações, objetivando a redução do impacto desses fatores na operação da empresa em questão.

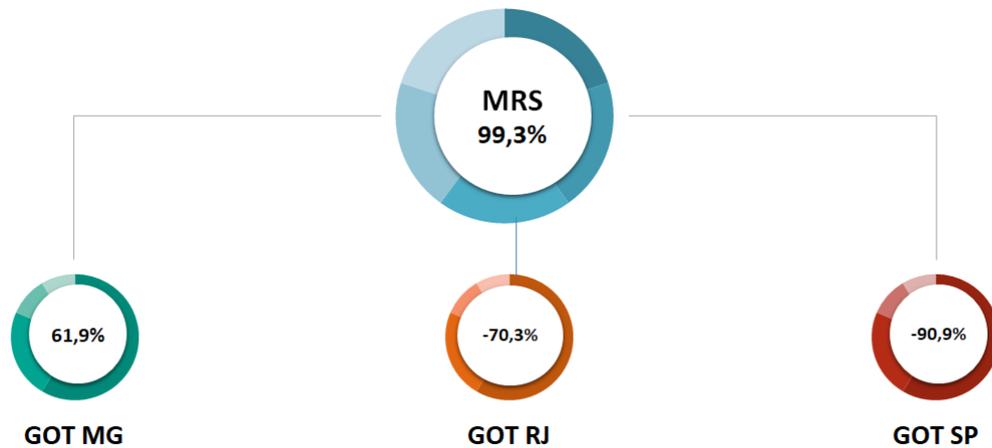
4.3. ANÁLISE DOS DADOS

4.3.1. Etapa Define (Definir)

De acordo com a Figura 16, a Gerência de Operação de Trens de Minas Gerais é responsável por mais de 61% das perdas de eficiência dos ciclos dos maquinistas que compõem a Operação da MRS, com perdas relacionadas, entre outros aspectos, com a utilização de horas dos maquinistas neste caso, relacionados com o índice de disponibilidade, que compõe o cálculo da OEE, conforme abordado por Stamatis (2011).

Logo, também concentra a maior parte dos custos relacionados à pessoal e, por abranger os terminais de carregamento, torna-se fundamental para que o ciclo de carga seja produtivo.

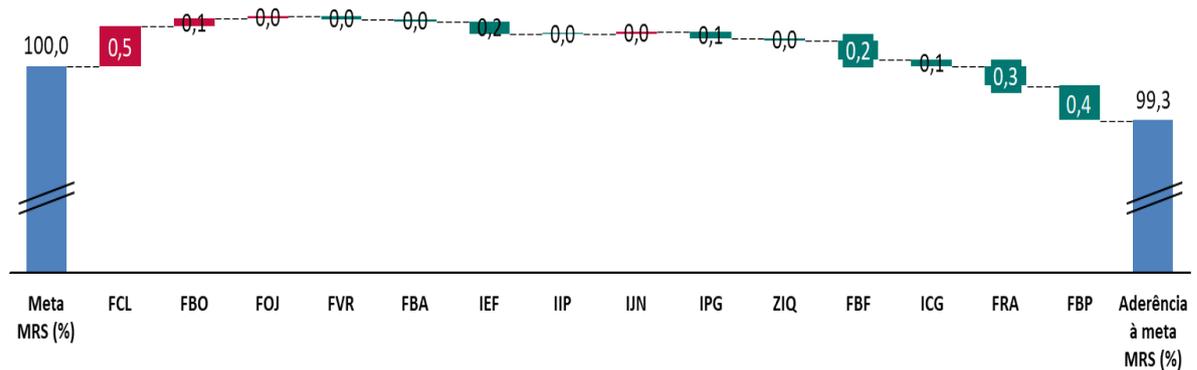
Figura 16: Representatividade das perdas em horas trabalhadas (por Gerência)



Fonte: MRS, 2017.

Pela Figura 17, pode-se observar que as perdas relacionadas à utilização das horas trabalhadas na MRS estão, em sua maioria, concentradas em FCL (Conselheiro Lafaiete), que pertence à Gerência de Operação de Trens de Minas Gerais. Os maquinistas concentrados em FCL equipam trens para diversos terminais de carregamento, inclusive para o Andaime, que é o terminal com maior capacidade de carregamento da região.

Figura 17: Distribuição das perdas por destacamento de equipes



Fonte: MRS, 2017.

O mapa correspondente aos terminais de carga de Minas Gerais é mostrado na Figura 18.

Figura 18: Mapa dos pontos de carga de minério



Fonte: Disponível em www.mrs.com.br. Acessado em 13/08/2017.

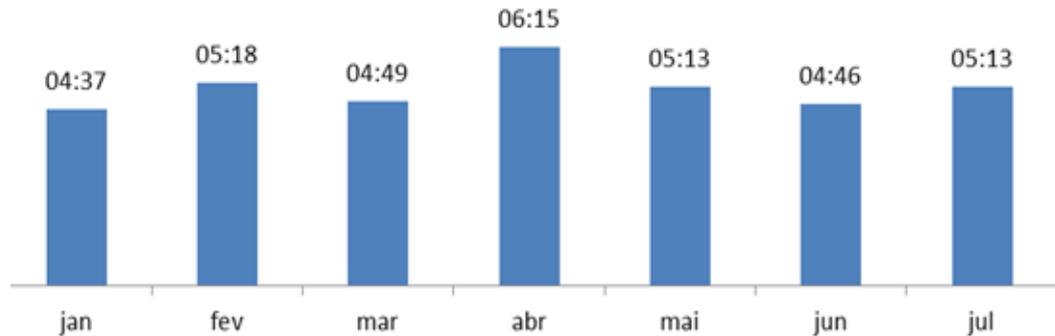
4.3.1.1 Etapa I – Identificação das Prioridades

Através do mapeamento da situação inicial, conforme proposto por Moreira (2004) acerca da priorização dos problemas, percebe-se uma ineficiência no trecho do ponto de partida (Conselheiro Lafaiete) ao Andaime, onde são realizados os carregamentos dos vagões, conforme as premissas acordadas com o cliente.

Com base nos objetivos da empresa e, ainda, de acordo com as premissas de qualidade, o projeto torna-se viável para estudo.

4.3.1.2 Etapa II – Estabelecimento da Meta Geral

A ineficiência no ciclo dos maquinistas acontece quando há uma dispersão entre os tempos planejados para as etapas do ciclo. Assim, o objetivo deste estudo é aumentar o tempo de serviço do maquinista em trem (FMO-FOO), considerando o limite de horas pagas como horas normais, conforme previsto em lei. Isto porque houve uma variabilidade dos tempos médios do item mencionado, cujos valores estiveram inferiores do tempo padrão, como ilustrado na Figura 19.

Figura 19: Tempos de Trânsito no trecho FMO a FOO

Fonte: MRS, 2017.

Verifica-se que tomadas de decisões relacionadas à melhoria da utilização dessas equipes, poderão viabilizar a redução do ciclo e do custo atrelado à utilização dos maquinistas.

A redução proposta a ser realizada no tempo médio de serviço é de 5h10min para 08h00min, padrão estabelecido pela CLT. O projeto tem potencial de ganho financeiro, visto que, ao longo do mês, é possível utilizar uma quantidade menor de equipes para executar o mesmo serviço, dentro das horas normais de disponibilidade para serviço. As Figuras 20, 21 e 22 mostram a estimativa de ganhos:

a) Utilização dos maquinistas para iniciar o carregamento:

Figura 20: Estimativa de Ganhos com Prolongamento do Tempo de Serviço

Descrição	Custo (R\$/Mês)
Hora Extra	0,00
Hora passe	0,00
Diária	(+) 1.140,00
Prontidão	(-) 366,27
10 maquinistas/dia	(+) R\$ 7.737,30
Custo estimado (R\$/ano)**	R\$ 92.847,60

Salário (R\$2.200,00). Considera aproveitamento total das 8h de serviço já pagas pela MRS.

Considera que não houve alteração no tempo de PAS para FMO

30 diárias durante 30 dias (R\$38)

Considera 1h27min de PRO durante 30 dias (R\$8,42)

** Considerando o fator aproveitamento total do tempo de serviço.

Fonte: MRS, 2017.

b) Retirada de 2 (duas) frentes de manobra fixa do Andaime para que os maquinistas em trem possam iniciar o carregamento:

Figura 21: Estimativa de Ganhos com Retirada de Frentes de Manobra no Andaime

Descrição	Custo (R\$/Mês)	
Hora Extra	(-) 247,50	Salário (R\$2.200,00), com 33 min de excesso de serviço.
Hora passe	(-) 1.278,35	Considera 2 horas de PAS durante 30 dias
Diária	(-)1.140,00	30 diárias durante 30 dias (R\$38)
Alimentação	(-) 304,50	30 refeições durante 30 dias
2 frentes (6 mqt) + PAS, diária e alimentação		R\$ 17.822,10
Custo estimado (R\$/ano)**		R\$ 213.865,20

*** Desconsiderando o fator realocação.*

Fonte: MRS, 2017.

Figura 22: Resumo dos ganhos após investimento (por ano)

Retirada de 2 frentes de MAN	R\$ 213.865,20
Prolongar o tempo de jornada	R\$ 92.847,60
	R\$ 121.017,60

Fonte: MRS, 2017.

Assim, a meta geral é definida como aumentar o tempo médio de serviço de 5h10min para 08h00min (35,42%) dos maquinistas que equipam os trens vazios a serem carregados no Andaime (FOO) até 31/12/2017.

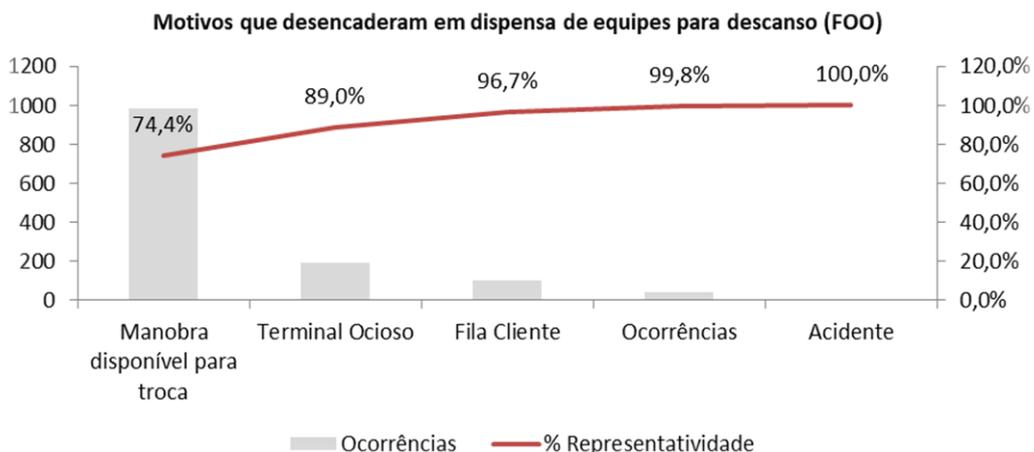
O próximo passo é definir as causas do problema. Para tanto, é necessário identificá-las e analisar os dados para a correta aplicação da ferramenta.

4.3.2. Etapa *Measure* (Medir)

4.3.2.1 Etapa III – Desdobramento do Problema

O baixo tempo de serviço pode ser desdobrado a partir dos motivos que levaram à dispensa do maquinista em FOO para o descanso no hotel, caracterizando o desdobramento do problema em problemas menores citado por Moreira (2004). Os gráficos de Pareto, neste caso, permitem a identificação, de forma mais clara, das principais causas do problema. Para fins de análise, foram utilizados os dados correspondentes ao período de Janeiro a Julho/2017, que retratam a situação do aproveitamento do tempo de serviços das equipes no trecho definido. O resultado obtido com a análise é apresentado na Figura 23.

Figura 23: Causas das dispensas de equipes em FOO após chegada ao terminal



Fonte: MRS, 2017.

Constatou-se que 89,0% das dispensas dos maquinistas após chegada ao terminal estão relacionadas à: Manobra disponível para troca e Terminal Ocioso. Porém, a perda devido à ociosidade do terminal não é gerenciável pela MRS, sendo necessária a interface direta com o cliente. Assim, atuando na disponibilidade de equipes para troca, espera-se melhorar 74,4% das durações de serviço e atingir, conseqüentemente, o objetivo inicial de melhoria de 35,42% do tempo médio de serviço das equipes.

4.3.2.2 Etapa IV – Determinação das oportunidades nas variações

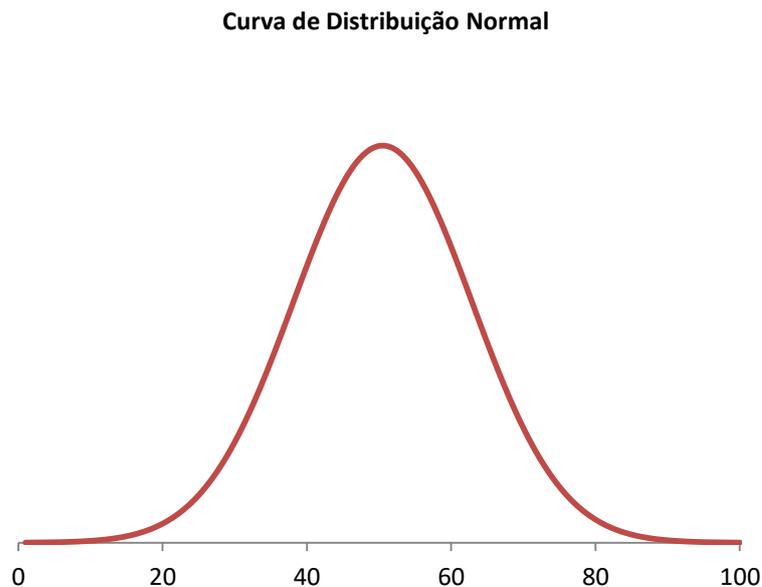
De acordo com a causa apontada na Etapa III, serão estudadas as oportunidades nas variações encontradas no processo.

✓ Causa: Disponibilidade de maquinista da manobra

Manobra, por definição, é um serviço fixo realizado por um ou mais maquinistas, com o objetivo dar suporte ao ciclo de carregamento e movimentação de tabelas em um pátio ou terminal de carga ou descarga.

A Figura 24 mostra que, a partir do teste de normalidade, foi constatado que os dados disponíveis seguem uma distribuição normal.

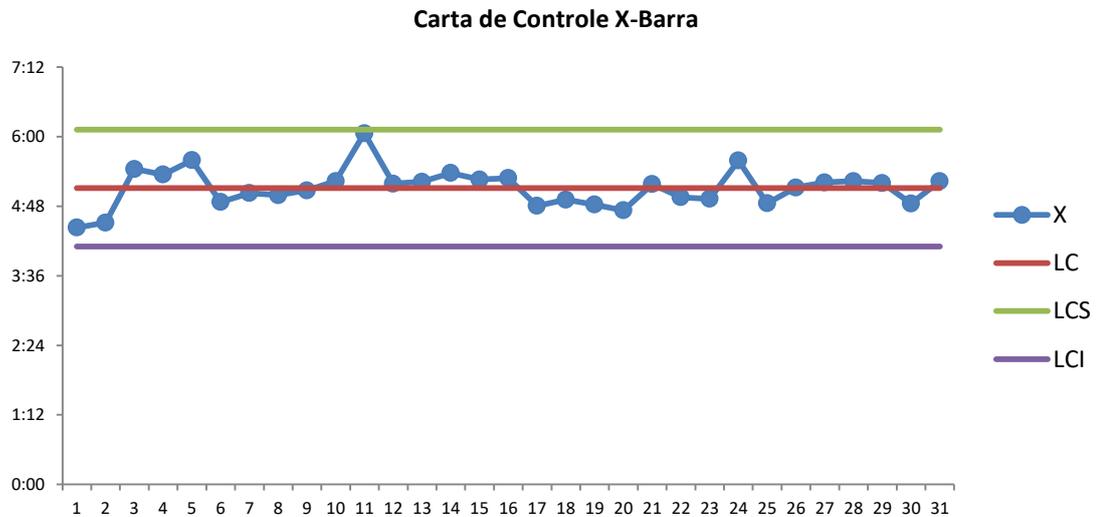
Figura 24: Gráfico de Distribuição Normal



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

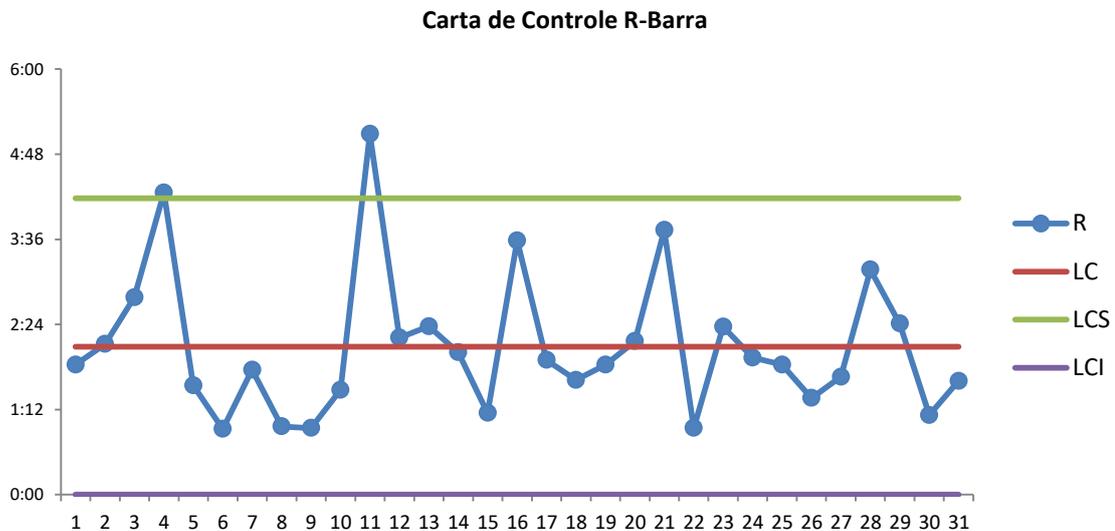
A partir do teste de normalidade positivo, de igual modo, os gráficos de controle contidos nas Figuras 25 e 26 foram construídos, baseados nas especificações abordadas por Slack (2002), para verificação do processo.

Figura 25: Carta de Controle de Processo - Média (X-Barra)



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 26: Carta de Controle de Processo - Amplitude (R-Barra)



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Retomando as considerações de Silva (2006) e, a partir da observação das cartas de controle geradas, tem-se que o processo está fora de controle. Isto porque há valores sequenciados em alguns períodos, apresenta alguns pontos fora dos limites de controle (caracterizando causas especiais), além das causas comuns, que são inerentes ao processo.

Para os cálculos dos índices de capacidade do processo foram considerados 03h56min e 06h24min como limites inferior e superior de especificação, respectivamente, com base nos dados apresentados na carta de controle. Além disso, considerou-se a média de 5h10min de duração de serviço e um desvio padrão de 14min, conforme eventos de tempo médio de duração de serviço, ocorridos entre janeiro e setembro de 2017.

Conforme definido por Siqueira (1997) e, para fins de interpretação, consideram-se os índices C_p e C_{pk} como o desempenho dos tempos médios de duração de serviço dos maquinistas de FCL que fazem viagem para FOO, considerando o deslocamento da média e a presença de somente causas comuns. Os índices P_p e P_{pk} , no entanto, consideram, também, a presença de causas especiais.

Os resultados de capacidade do processo podem ser verificados na Tabela 7.

Tabela 7: Índice de Capacidade do Processo

Capacidade do Processo			
Regras	Índices	Resultado	Status
$C_p/C_{pk} > 1,33$: o processo é capaz	C_p	1,68	Capaz
$1 < C_p/C_{pk} \leq 1,33$: parcialmente capaz	C_{pk}	10,07	Capaz
$C_p/C_{pk} < 1$: o processo não é capaz			
$P_p/P_{pk} > 1,33$: o processo é capaz	P_p	0,49	Incapaz
$1 < P_p/P_{pk} \leq 1,33$: parcialmente capaz	P_{pk}	2,93	Capaz
$P_p/P_{pk} < 1$: o processo não é capaz			

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Com base nos resultados, verifica-se que apenas o índice P_p não estão atendendo às especificações, indicando que há uma variação maior que a faixa dos limites de especificação. Além disso, há descentralização da média, conforme observado pela diferença entre os valores de P_p e P_{pk} . O número de desvios padrão entre a média e as especificações é de 50min. Logo, há oportunidade de centralizar a média, além de eliminar as causas especiais, ainda que os efeitos não sejam suficientes para garantir a melhoria do processo.

4.3.2.3 Etapa V – Estabelecimento das metas específicas

Sabendo que há possibilidade de redução por meio da atuação na disponibilidade de maquinistas para manobra, esta fase consiste na priorização e estabelecimento de metas específicas. Como há apenas um problema em foco, não será necessário priorizar de acordo com os índices de criticidade, facilidade e autoridade. Logo, é preciso calcular o potencial de ganho para viabilizar a geração de metas específicas (MONTGOMERY, 2003).

A meta geral é aumentar o tempo médio de serviço de 5h10min para 08h00min, para os maquinistas que equipam trens vazios a serem carregados no Andaime (FOO).

Considerando o aumento de 74,4% do potencial já determinado nas fases anteriores e a existência de apenas um problema com atuação possível pela MRS, verifica-se que o aumento de 35,42% do tempo de serviço se não será atingido em sua totalidade, restando uma perda de 9,06%, conforme Tabela 8.

Tabela 8: Potencial real de ganho possível com base na meta geral

Itens	Dados Atuais	Dados Projetados	Dif.
Tempo Médio (h)	05:10	08:00	35,4%
Jornadas (Qtde)	1322	984	25,6%
Horas trabalhadas (h)	6830:20	7872:00	13,2%
Potencial (h)	10576:00	-	-
Perdas (%)	35,42%	9,06%	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Mesmo sabendo que a meta não será atingida em sua totalidade, será dado prosseguimento ao estudo, uma vez que o potencial de ganho ainda é alto (26,36%).

4.3.3. Etapa *Analyse* (Analisar)

4.3.3.1 Etapa VI – Identificação das Causas Potenciais de cada problema

O terminal de carregamento do Andaime funciona de forma ininterrupta. A MRS possui um fluxo de circulação de trens (entrada – carga – saída) com tempos médios pré-estabelecidos. O Plano Mensal de Equipagem (PME) dimensiona a quantidade de maquinistas

que serão usados para atendimento do serviço em FOO ao longo do mês e, para garantir que todos os trens estejam equipados no momento certo, é elaborado, mensalmente, o sequencial com os horários das apresentações dos maquinistas, com vistas ao atendimento do serviço.

Porém, ainda que o PME dimensione equipes para equipar, os horários de apresentação dos maquinistas não são, necessariamente, compatíveis com a chegada dos trens em FCL. Por esta razão, opta-se por equipar os trens de FOO com maquinistas que já tenham se apresentado com antecedência, ainda que destinados, inicialmente para outro serviço.

Este fator é prejudicial para a jornada segura do colaborador, que pode iniciar o serviço com hora improdutiva alta. Considerando a legislação vigente, o maquinista não poderia ficar em serviço por 8h00min, caso a hora improdutiva inicial esteja acima de 5h00min. Em suma, para garantia do resultado sem descumprir a legislação, é necessário que a hora improdutiva inicial somada ao tempo de serviço seja menor ou igual às 12h.

Pensando na garantia da Jornada Segura, a MRS opta por trabalhar com maquinistas fixos em serviço de manobra no Andaime, de forma que, ao chegar a equipe, sempre tenha alguém para trocá-lo no terminal. Assim, uma causa potencial para os tempos com médias deslocadas dessa atividade se deve ao receio quanto à extrapolação do tempo de jornada segura (WERKEMA, 2004).

Estudos realizados anteriormente mostraram que o tempo médio de Hora Improdutiva em FCL é de 2h47min, o que possibilitaria que o maquinista fizesse 8h00min de serviço em atendimento no Andaime. Porém, conforme verificado na Etapa II, o serviço ainda tem sido executado abaixo de sua capacidade. Com isso, a segunda causa potencial para o deslocamento dos tempos médios está relacionada à existência de manobras fixas no terminal (WERKEMA, 2004).

4.3.3.2 Etapa VII – Quantificação e priorização das causas potenciais

Entre as possíveis causas potenciais, a prioridade é para a melhoria da utilização das horas disponíveis de serviço, por meio do controle da jornada segura, pois a partir do controle deste indicador, é possível dimensionar a retirada de frentes de manobras do Andaime, que é a segunda causa potencial (WERKEMA, 2004). Nesta etapa, fica evidente a descoberta de fontes de variação nos processos, outrora abordada por Rotondaro (2002).

4.3.4. Etapa Improve (Melhorar)

4.3.4.1 Etapa VIII – Elaboração do plano de ação

Para o alcance dos objetivos e da meta, deverão ser tomadas ações, através do levantamento das principais causas. Conforme recomendado por Gomes (2014), as ações definidas para o estudo de caso escolhido estão representadas na Tabela 9, com a estrutura de 5W1H, que facilita do direcionamento correto de ações suficientes a mitigação de perdas.

Tabela 9: Modelo 5W1H para tratamento dos problemas

O quê?	Por quê?	Onde?	Quando?	Quem?	Como?
Disponibilidade de equipes de manobra	Gestão de Mudança. As equipes precisam ser capacitadas/alinhadas para a transição de estratégia acontecer de forma menos traumática.	Andaime e Conselheiro Lafaiete	28/08/2017	Coord. de Suporte	Efetivar Plano de Comunicação Interno e Externo
		MRS Logística (áreas de interface)			
		Sindicatos	15/08/2017	Gerente da Operação e consultor Jurídico	
	É necessário garantir que o projeto se estabilize no processo de mudança cultural.	Andaime	A partir de 01/09/2017	Equipe de Logística	
Disponibilidade de equipes de manobra	É necessário fazer a gestão das horas improdutivas com vistas à garantia de equipes para prosseguir com o carregamento	Andaime	28/08/2017	Coordenador de Suporte	Orientar Operadores de FOO sobre padrão de Prontidão
	Com o ajuste do modelo operacional, manter as equipes é financeiramente inviável.	Andaime	01/09/2017	Gerente de Operação de Trens	Retirar 2 (duas) das 5 (cinco) frentes de manobra (M07)

Fonte: MRS, 2017.

4.3.4.2 Etapa IX – Execução do Plano de Ação

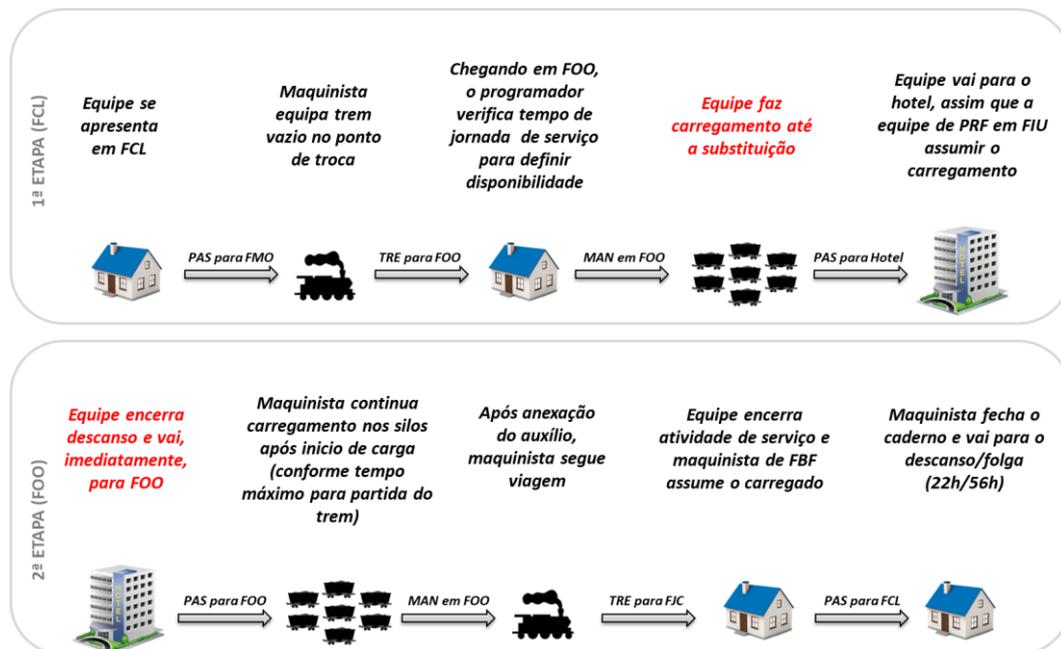
Com base no plano de ação, foram estabelecidos prazos para execução. Os prazos iniciais não foram cumpridos e, com isso, as ações foram realizadas a partir de Setembro/2017.

4.3.5. Etapa *Control* (Controlar)

4.3.5.1 Etapa X – Verificação

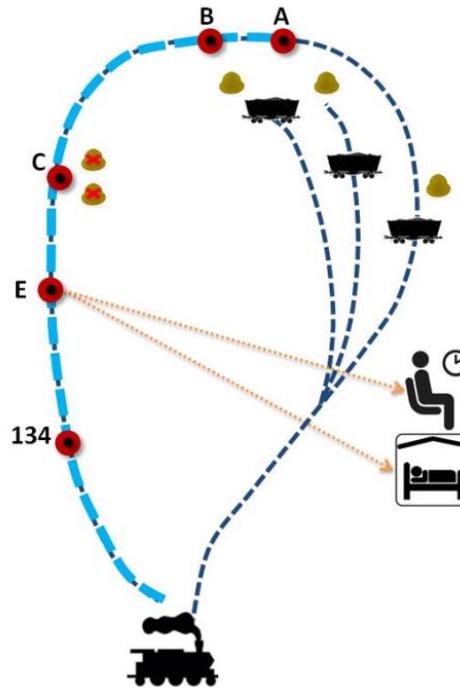
A aplicação das ações revelou alguns pontos críticos que puderam ser tratados ao longo da execução. A aplicação de um novo modelo operacional, conforme especificado na Figura 27, resultou em melhorias de produção e redução de custos, o que aumentou a favorabilidade dos gestores pela permanência do modelo.

Figura 27: Modelo Operacional após aplicação do Plano de Ação



Fonte: MRS, 2017.

Figura 28: Modelo Operacional do Andaime após Plano de Ação



Fonte: MRS, 2017.

Conforme Figuras 28 e 29, a partir do Novo Modelo Operacional aplicado no terminal do Andaime, os maquinistas que chegam no trem vazio e que, anteriormente, seriam trocados no ponto E, passam a ser trocados durante o carregamento (ponto A), eliminando a necessidade de 2 equipes de manobra que estariam no ponto C aguardando sinalização dos trens vazios se aproximando do ponto 134. O carregamento nos três silos se mantém simultâneo, com 3 (três) equipes de manobra disponíveis para suprir a carga, em caso de indisponibilidade de maquinistas no hotel para render o serviço do maquinista de viagem que iniciou o carregamento dos vagões.

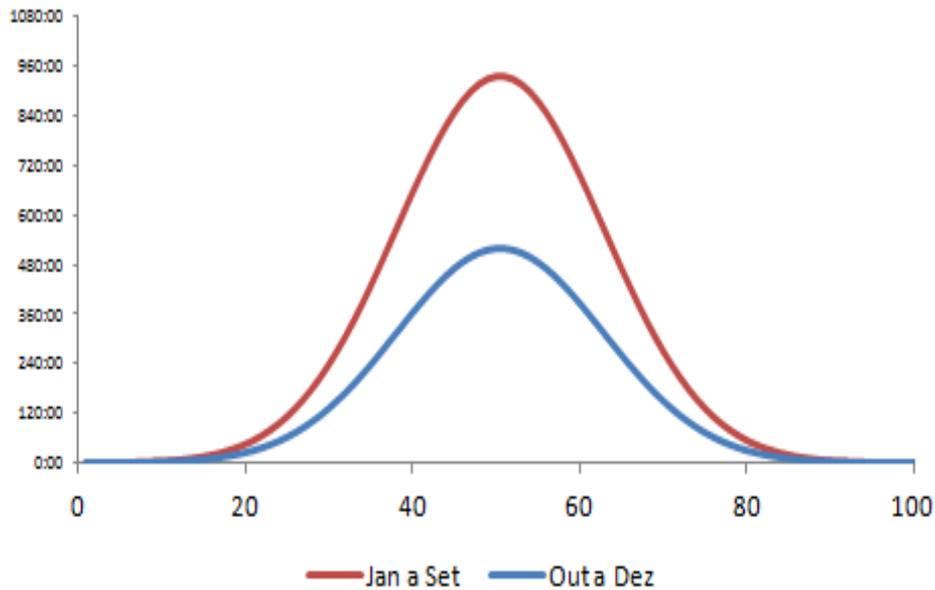
Figura 29: Regras adotadas para garantir troca de equipe que chega ao carregamento



Fonte: MRS, 2017.

Além das ações dimensionadas inicialmente, o Novo Modelo de Operação implantado, gerou ações complementares. Com base em todas as ações executadas, foi possível perceber que houve uma redução da variabilidade, conforme demonstrado pela curva de distribuição normal na Figura 30.

Figura 30: Gráfico da distribuição Normal do Tempo de Serviço após Novo Modelo Operacional



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Além disso, a execução da proposta de aumentar o tempo médio de utilização dos maquinistas foi positiva para a meta geral, conforme observado na Tabela 10.

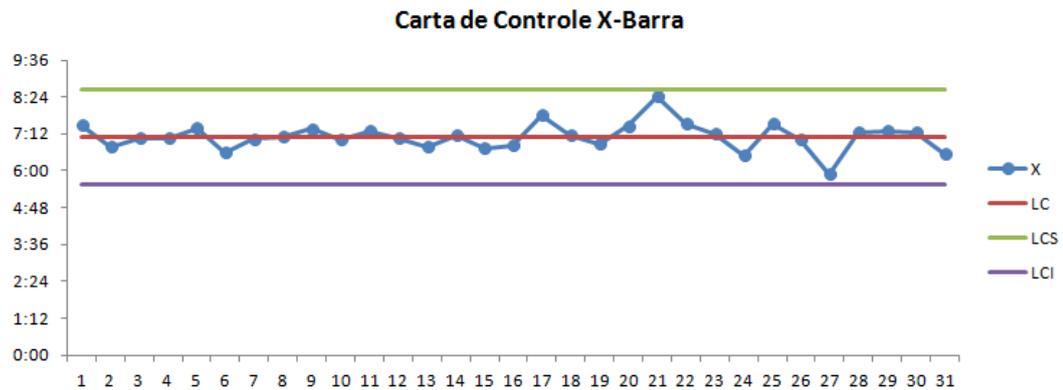
Tabela 10: Limites da Carta de Controle após aplicação do método

Especificações	Limites (Antes)	Limites (Depois)	Dif.
Limite Superior	06:24	07:49	18,2%
Limite Inferior	03:56	06:22	38,3%
Tempo Médio	05:10	07:06	27,2%

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Por meio da Carta de Controle apresentada na Figura 31, o limite superior chegou a 07h49min, enquanto o limite inferior alavancou para 6h22min. Com isso, o tempo médio de realização do serviço chegou a 7h06min. Mesmo não sendo o valor proposto inicialmente com a meta geral, o resultado foi satisfatório, uma vez que a redução acumulada foi de 28,24%.

Figura 31: Carta de Controle após Novo Modelo Operacional (X-Barra)



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Com base na Tabela 11, pode-se verificar que a capacidade do processo sofreu alteração. Desta forma, o tempo médio de serviço tornou-se mais variável em relação aos limites de especificação. Neste ponto, é necessário controlar, visto que Silva (2006), alerta sobre a existência de processo fora do controle, também, quando há aproximação da linha média, que é frequente com o novo modelo operacional adotado.

Tabela 11: Índice de Capacidade após Novo Modelo Operacional

Capacidade do Processo				
<i>Regras</i>	<i>Índices</i>	<i>Antes</i>	<i>Depois</i>	<i>Status</i>
Cp/Cpk > 1,33: o processo é capaz	Cp	1,68	0,54	Incapaz
1 < Cp/Cpk <= 1,33: parcialmente capaz	Cpk	10,07	3,25	Capaz
Cp/Cpk < 1: o processo não é capaz				
Pp/Ppk > 1,33: o processo é capaz	Pp	0,49	0,28	Incapaz
1 < Pp/Ppk <= 1,33: parcialmente capaz	Ppk	2,93	1,66	Capaz
Pp/Ppk < 1: o processo não é capaz				

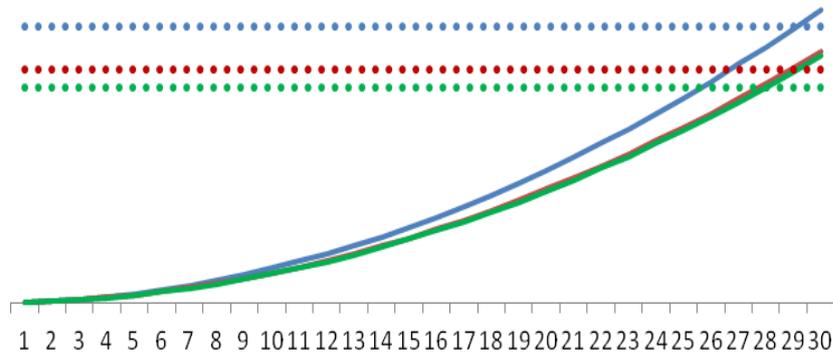
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Pelo estudo pode-se observar na Figura 32, também, que houve aumento da produtividade dos maquinistas de FCL, mesmo com a redução de apresentações decorrente do reaproveitamento das equipes durante o carregamento no Andaime.

Outro benefício capturado foi através da redução do tempo de prontidão gerado no Andaime. Com o modelo adotado, os maquinistas chegam prontos ao terminal para dar

continuidade ao carregamento e seguir viagem ao destino final (P1-07), onde será trocado novamente e, após percurso com o carro, encerrará sua jornada em FCL.

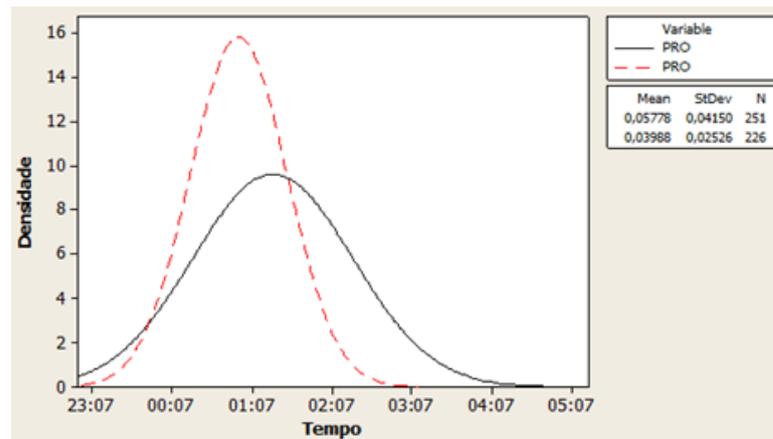
Figura 32: Produtividade dos Maquinistas - Out (Az), Nov (Vm) e Dez (Vd)



Fonte: MRS, 2017.

Outro benefício capturado foi através da redução do tempo de prontidão gerado no Andaime, de acordo com a Figura 33. A Curva de Gauss se deslocando para a esquerda, indica redução do tempo de improdutiva destinado ao aguardo do trem para equipar.

Figura 33: Curva de Gauss para acompanhamento da Hora Improdutiva



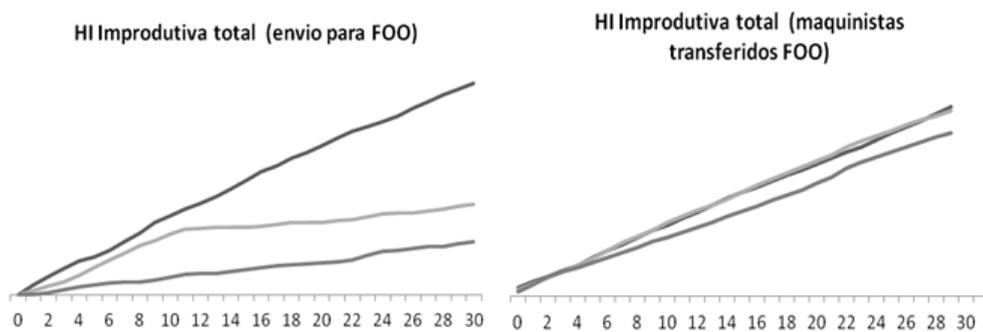
Fonte: MRS, 2017.

Com o modelo adotado, os maquinistas chegam prontos ao terminal para prosseguir com o carregamento e seguir viagem ao destino final (P1-07), onde será trocado novamente e, após percurso com o carro, encerrará sua jornada em FCL.

Para fins de ciclo do maquinista, o indicador gerou uma redução de 556h improdutivas na gerência.

Com a aplicação do método, além do ganho de prontidão no aguardo de trens, foram alcançados mais outros ganhos indiretos para a Operação. A Figura 34 mostra que a necessidade de envio de maquinistas para o Andaime para realizar serviços diversos reduziu mais de 72,3%, equivalendo, em horas, a uma redução de 316h de horas improdutivas para a gerência.

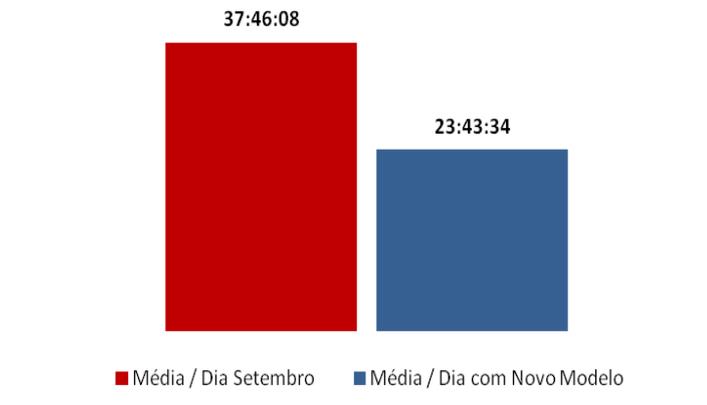
Figura 34: Redução da H. improdutiva - Out (Grafite); Nov (Claro) e Dez (Médio)



Fonte: MRS, 2017.

Por fim, outro benefício verificado foi a redução de horas extras geradas por maquinistas no carregamento do Andaime. De acordo com a Figura 35, através do novo modelo, os maquinistas foram realocados para outros serviços. Os valores indicam uma melhor distribuição das horas de trabalho, a partir do controle de disponibilidade do tempo dos maquinistas para execução da jornada (CORRÊA E CORRÊA, 2007).

Figura 35: Horas brutas geradas com manobra (Setembro x Dezembro/2017)



Fonte: MRS, 2017.

Neste sentido, pode-se concluir que, até 31/12/2017 não foi possível atingir a meta geral de que previa o aumento de 35,42% do tempo médio de serviço dos maquinistas que viajam de FCL para FOO. Ainda assim, o resultado foi positivo, considerando os impactos gerados em custo de pessoal e outros ganhos indiretos atribuídos à Operação.

4.3.5.2 Etapa XI – Padronização e/ou Ação Corretiva

Como a meta geral não foi atingida será necessário retornar à Etapa II para revisão e/ou redefinição de prioridades, conforme abordado por Moreira (2004).

5 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste estudo foi analisar como o uso do Seis Sigma contribui para controle da jornada dos maquinistas, quando atrelado ao desenvolvimento e execução de projetos, com base nos dados apresentados pela concessionária MRS Logística, localizada na região sudeste de Minas Gerais e, a partir das análises, propor sugestões e implantá-las a partir da utilização de ferramentas da gestão da qualidade. Foi elaborado um estudo bibliográfico e um levantamento de dados da empresa para realização do estudo de caso visando o alcance do objetivo da pesquisa.

Pode-se verificar, após o estudo, que a empresa enfrenta entre outros problemas, perdas de horas de trabalho dos maquinistas que realizam viagens para um dos principais terminais de carregamento de minério de ferro. Com isso, buscou-se entender a logística operacional e como ocorrem tais perdas por meio de contato direto, permitindo assim uma análise mais aprofundada sobre a logística envolvida na Operação de Trens.

A MRS Logística, há treze anos, é reconhecida pela Revista Ferroviária como a Melhor Operadora de Carga do Brasil. Considerando a necessidade de manter-se competitiva e altamente tecnológica, torna-se indispensável reduzir ou eliminar todos os tipos de perdas de produtividade e custos logísticos, sem abrir mão da qualidade de vida dos colaboradores.

Por esta, dentre outras razões, faz-se necessário que as estratégias da empresa estejam bem definidas e, ainda, que todo o corpo organizacional, sejam estes gestores ou colaboradores operacionais, estejam alinhados e dispostos a viabilizar e executar ações que direcionem para o alcance dos resultados. É possível que algumas ações demandem maior despendimento de tempo. Mas, ainda assim, o comprometimento precisa ser efetivo para que a melhoria do processo seja contínua e sustentável.

Nesse sentido, a pesquisa possibilitou identificar que a perda de horas disponíveis para trabalho pelos maquinistas é ocasionada, principalmente, pela existência de maquinistas em serviço de manobra no terminal de carga. Constatou-se que, quando os maquinistas chegam ao terminal de carga, são dispensados com menos de quatro horas de serviço, enquanto o maquinista do serviço fixo (manobra) assume o trem para prosseguir com o carregamento.

Para reduzir esse problema, foi identificada a necessidade de a empresa desenvolver um novo modelo operacional, de forma que os maquinistas que cheguem ao terminal no trem vazio com hora de trabalho disponível iniciem o carregamento e sejam trocados, apenas,

quando estiverem próximos da oitava hora de serviço, conforme previsto na CLT. Neste momento, o maquinista da manobra ou o maquinista que estiver saindo do descanso (no hotel), poderá assumir o trem para dar continuidade ao carregamento, posteriormente, dar a partida com o trem carregado. A mitigação das dispersões a um nível satisfatório é vital para a rentabilidade (redução dos custos com horas extras e horas improdutivas) e para a melhor imagem diante de clientes internos e externos.

Com base nos resultados gerados, constata-se que após a execução do plano de ação, os resultados foram alcançados e os limites da carta de controle se mantiveram atendidos. Mas, é necessário acompanhar para que seja garantido o cumprimento dos tempos padrões estabelecidos, sem que haja extrapolação dos horários. É necessário que a empresa verifique os indicadores.

É importante mencionar que os ganhos obtidos com a aplicação do projeto, resultaram em 1,3% de melhoria na Meta de “Garantir Aderência ao Ciclo Planejado dos Maquinistas”, que é uma das principais metas da Diretoria de Operações de Trens desde 2016. Além disso, a redução de 872h e retirada das duas frentes de manobra do terminal, resultou em uma economia de, aproximadamente, R\$ 128.307,52.

Concluiu-se, com base nos dados apresentados, que no trecho ferroviário definido para estudo, a melhoria foi positiva para a MRS, visto que possibilitou a redução de custos e melhoria da disponibilidade de jornadas proposta pelo estudo e, ainda, pode servir de modelo para outros trechos da malha ferroviária com as mesmas características de processo. Quanto ao método utilizado para estudo e, com base nos valores encontrados, identifica-se a oportunidade de aplicação da ferramenta PDCA. Todavia, o DMAIC garantiu que todas as etapas fossem verificadas e analisadas com base no modelo estatístico adequado, garantindo maior confiabilidade diante dos gestores e clientes impactados pela mudança no processo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFER – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA FERROVIÁRIA: **“Desenvolvimento econômico passa por diversificação do transporte”**, 2018. Disponível em < <https://abifer.org.br/desenvolvimento-economico-passa-por-diversificacao-do-transporte/> >. Acessado em: 08 de Junho de 2018.

AGUIAR, S.: **“Integração de Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma”**. 1ª edição, Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS: **“Mapa Ferroviário”**, 2018. Disponível em < <http://www.antf.org.br/mapa-ferroviario> >. Acessado em: 13 de Junho de 2018.

ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS: **“Indicadores Ferroviários”**, 2017. Disponível em < <http://www.antf.org.br/releases> >. Acessado em: 13 de Junho de 2018.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M; ZAMMORI, F.: **“Overall Equipment Effectiveness of a manufacturing line (OEEML)” – an integrated approach to assess systems performance**. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n.1, p. 8-29, 2009.

BRASIL: **“Setor de comércio e serviços é o que mais gera emprego e renda”**, 2009. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2009/11/setor-de-comercio-e-servicos-e-o-que-mais-gera-emprego-e-renda>>. Acessado em: 07 de junho de 2018.

BRASIL DEBATE: **“A redução da jornada de trabalho e a sociedade do tempo livre”**, 2014. Disponível em < <http://brasildebate.com.br/a-reducao-da-jornada-de-trabalho-e-a-sociedade-do-tempo-livre/> >. Acessado em: 31 de junho de 2018.

CARPINETTI, L.C.R., **“Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas”**. 1ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 2010.

CARVALHO, Marly M. de; PALADINI, Edson P (orgs.) et al. **“Gestão da Qualidade: Teoria e Casos”**. 2ª edição, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **“Administração de produção e operações”**. 2ª Edição, São Paulo. Editora Atlas, 2007.

FASES DO SETOR FERROVIÁRIO: **“A Evolução da Ferrovia no País”**. Disponível em < <http://www.antf.org.br/historico> >. Acessado em: 13 de Março de 2017.

GIL, Antônio Carlos: **“Como Elaborar Projetos de Pesquisa”**. 5ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GOMES, LUCIANO: “**5W2H: Ferramenta para a elaboração de Planos de Ação**”, 2014. Disponível em: < <http://blog.iprocess.com.br/2014/06/5w2h-ferramenta-para-a-elaboracao-de-planos-de-acao/>>. Acessado em: 28 de junho de 2018.

HANSEN, Robert C. “**Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**”. 1ª Edição, Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

HARRY, M. J. “**Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability**”. *Quality Progress*, p. 60-65, Mai 1998.

IBGE: “**Tabela 6373 - Média de horas habitualmente trabalhadas por semana e efetivamente trabalhadas na semana de referência, no trabalho principal e em todos os trabalhos, das pessoas de 14 anos ou mais de idade, por níveis de instrução**”, 2018. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6373> >. Acessado em: 30 de Junho de 2018.

INDICADORES DE TRANSPORTE: “**Setor de transportes cresceu 2,3% em 2017 e vai crescer em 2018**”, 2018. Disponível em < <http://transportemundial.com.br/screceu-23/>>. Acessado em: 13 de Junho de 2018.

INDICADORES E HISTÓRICO MRS LOGÍSTICA. Disponível em: <<http://www.mrs.com.br/empresa/>>. Acessado em: 16 de Janeiro de 2017.

INDICADORES FERROVIÁRIOS: “**Informações Gerais: Avanço contínuo nas duas décadas de concessão**”, 2014. Disponível em < <http://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>. Acessado em: 02 de Agosto de 2017.

INDICADORES IPEA: “**Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional**”, 2010. Disponível em < http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/100519_comunicadoipea50.pdf>. Acessado em: 02 de Agosto de 2017.

ISHIKAWA, K.: “**Controle de Qualidade Total**”. 1ª edição, Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.

ISO 8.258 - Tabela de Coeficientes para elaboração da Carta de Controle: “**Shewhart Control Charts**”, 1994. Disponível em <<http://stg.jsm.gov.my/documents/372014/372056/MS+ISO+8258++1994+-+SHEWHART+CONTROL+CHARTS-717062.pdf/7ae37161-eb91-488a-a363-12f3ae0f8201?version=1.0&previewFileIndex=>>> Acessado em 22 de Junho de 2018.

ISO SURVEY: “**ISO Survey of certifications to management system standards**”, 2017. Disponível em < <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1> > Acessado em 08 de Junho de 2018.

JURAN, J.M., GRZYNA, F.M.: “**Controle de Qualidade: Componentes básicos da Função Qualidade**”. 1ª edição, São Paulo: McGraw-Hill/Makron, 1991.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **“Fundamentos de Metodologia Científica”**. 5ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 2003.

LAS CASAS, A. L.: **“Qualidade Total em Serviços: conceitos, exercícios, casos práticos.”** 1ª edição, São Paulo: Atlas, 1994.

LEGISLAÇÃO TRABALHISTA: **“Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de Maio de 1.943 – Consolidação das Leis Trabalhistas”**, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm> Acessado em: 20 de Janeiro de 2017.

MENEZES, L. C. M.: **“Gestão de projetos”**. 2ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MODELO DE HISTOGRAMA: **“Gestão Integrada da Qualidade e do Marketing Organizacional”**, 2012. Disponível em: <www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info44/44.html> Acessado em: 15 de Abril de 2018.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. **“Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros”**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

MOREIRA, A.C.V.B., DARÉ, C.T., RODRIGUES, M.D.F. et al. Green Belts Industrial. v. 6. Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

MRS LOGÍSTICA S.A.: **“Quem Somos”**. Disponível em: <<https://www.mrs.com.br/empresa/quem-somos/>> Acessado em: 17 de Agosto de 2017.

MRS LOGÍSTICA S.A.: **“Malha Ferroviária e Frota”**. Disponível em: <<https://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/>> Acessado em: 17 de Agosto de 2017.

ROTONDARO, ROBERTO G. ET. AL, **“SEIS SIGMA: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços”**, Editora Atlas, São Paulo - 2002.

SASHKIN, M., KISER, K. J.: **“Gestão da Qualidade Total na Prática”**. 1ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M.: **“Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação”**. 3ª Edição, Florianópolis: Editora Atual, 2001.

SIQUEIRA, L. G. P. **“Controle Estatístico do Processo”**, 1ª Edição, São Paulo: Editora Pioneira, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.: **“Administração da Produção”**. 3ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 2009.

STAMATIS, D., H.; **“The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability”**; CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, 2011.

VERGARA, S. C.: **“Projetos e relatórios de pesquisa em administração”**. 2ª Edição: São Paulo: Atlas, 2000.

WERKEMA, M.C.C.: **“As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos”**. 4ª edição, Belo Horizonte: Editora QFCO, 1995.

WERKEMA, M.C.C.: **“Criando a cultura Seis Sigma”**. 1ª Edição, Rio de Janeiro: Werkema Editora, 2004.

YIN, R.: **“Estudo de caso: planejamento e métodos”**. 2ª edição, Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.

ANEXO I

Figura 36: Coeficientes de Controle do Processo

n	Fatores para Limites de Controle											Fatores para Linha Central			
	A	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	c ₄	1/c ₄	d ₂	1/d ₂
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8862	1,1284	1,693	0,5907
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	1,0168	3,532	0,2831
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	1,0157	3,588	0,2787
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	1,0105	3,931	0,2544

Fonte: ISO N° 8.258, 1994 – “Shewhart control charts”