

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Departamento de Engenharia de Produção
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

**A MELHORIA CONTÍNUA COMO ESPAÇO DE CRIAÇÃO DE SOLUÇÕES:
a implementação do Lean Seis Sigma em uma empresa de mineração**

Elisa Araujo Andrade de Salvo Brito

Belo Horizonte
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Departamento de Engenharia de Produção
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Elisa Araujo Andrade de Salvo Brito

**A MELHORIA CONTÍNUA COMO ESPAÇO DE CRIAÇÃO DE SOLUÇÕES:
a implementação do Lean Seis Sigma em uma empresa de mineração**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Pesquisa Operacional e Engenharia de Manufatura

Linha de Pesquisa: Estudos Sociais da Tecnologia, Trabalho e Expertise

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima

Belo Horizonte

2018

B862m

Brito, Elisa Araujo Andrade de Salvo.

A melhoria contínua como espaço de criação de soluções [manuscrito] : a implementação do Lean Seis Sigma em uma empresa de mineração / Elisa Araujo Andrade de Salvo Brito. - 2018.
124 f., enc.: il.

Orientador: Rodrigo Ribeiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Bibliografia: f. 122-124.

1. Engenharia de produção - Teses. 2. Empresas multinacionais - Administração - Teses. 3. Solução de problemas - Teses. I. Ribeiro, Rodrigo Magalhães. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 658.5(043)

À minha mãe, pois em seus olhos vejo o futuro que almeja para mim, no qual sou sempre vencedora. À minha mãe e sua garra, por me fazerem acreditar e vencer.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos que fizeram parte de minha trajetória.

Primeiramente a Deus, que conhece todos os meus desígnios e de onde sei que veio a força pela qual sempre orei e que me trouxe até aqui.

À minha família e aos meus amigos do coração, sempre presentes.

Aos meus pais, pela dedicação à minha educação e pelos valores, tão claros e inegociáveis. A meu pai, Sérgio, que de sua *nuvem* sei que nunca deixou de me apoiar e confiar em mim. À minha mãe, Celi, amor incondicional. Mãe, você me gerou, ensinou-me o prazer da leitura, guiou-me por tantos caminhos tortuosos com tal graça que nem percebi as pedras ali presentes. Só posso imaginar quantos sonhos renunciados para que eu pudesse realizar os meus. Espero que compartilhe, hoje, a minha alegria.

Ao meu marido, Rodrigo, meu porto seguro, cuja existência em minha vida é bálsamo para corpo e mente cansados. Muito obrigada por tudo, meu amor!

A todos os meus familiares, irmãos, primos, tios, sobrinhos, que me incentivaram com palavras ternas e com exemplos tão poderosos. Júlia, em especial, que nunca me deixou fraquejar. Vocês nem imaginam como ajudaram nesse processo.

A Eugênia e Margot, pela companhia de estudo e escrita nas longas madrugadas.

Luis Dutra e Fernando Silva Guimarães, não tenho palavras para externar minha gratidão por apoiarem esse projeto e seu retorno para a empresa. Sei que os sacrifícios não foram poucos, assim, meu “muito obrigada” pelo voto de confiança.

Aos amigos e entrevistados na empresa estudada, obrigada pela paciência, carinho e cafés com desabafos... nunca me esquecerei do apoio recebido.

Aos professores doutores Rodrigo Ribeiro e Francisco Lima, meus orientadores, cuja didática e paciência ímpares permitiram o início de minha evolução de “profissional do setor privado” a “pesquisadora”. Sei que o processo não foi fácil e talvez jamais o será, mas gostaria de enaltecer que não teria sido o mesmo sem vocês. Vocês são exemplos a seguir. Obrigada pela confiança, pela solicitude e solidariedade perante minhas dificuldades.

À professora Marlene Zica, pela dedicação e carinho aplicados à revisão desse texto.

Aos membros de minha banca de qualificação e de defesa, pelas sugestões e análises significativas às quais tentarei atender na versão definitiva do texto.

Aos amigos da turma do PPGEF, pelas trocas de informações e experiências, pelo ombro amigo, por me aconselharem, nos encontramos no caminho, tenho certeza.

Com vocês, queridos, divido a alegria desta experiência.

“E aprendi que se depende sempre
De tanta, muita, diferente gente
Toda pessoa sempre é as marcas
das lições diárias de outras tantas pessoas.
É tão bonito quando a gente entende
Que a gente é tanta gente
Onde quer que a gente vá.”
(Caminhos do coração – Gonzaguinha.)

“Nossos olhos foram reduzidos
a instrumentos para identificar
e para medir; daí sofreremos de
uma carência de ideias
traduzíveis em imagens e de
uma capacidade de descobrir
significado no que vemos.”

Rudolf Arnheim

RESUMO

Uma empresa deseja melhorar seus processos a fim de reduzir custos operacionais e, para tal, adota uma metodologia de *melhoria contínua*, reconhecida no mercado global. Ao disponibilizar recursos humanos e financeiros para o sucesso da empreitada, tudo parece favorável para que a motivação pela utilização da metodologia em si permeie pela empresa e os resultados aconteçam naturalmente. Mas isso não ocorre. Na realidade, nem todos os problemas identificados pela metodologia chegam a ser resolvidos. Mas por que isso acontece? O objetivo desta dissertação é responder a essa questão a partir da análise da atividade dos empregados encarregados de conduzir projetos *Lean Seis Sigma* em uma empresa mineradora multinacional. A demanda para este estudo emergiu durante a atuação da autora como analista de melhoria contínua e originou-se da constatação de que a condução desses projetos se mostrava penosa para os empregados aos quais tal tarefa era atribuída. A pesquisa demonstra que os modelos atuais de melhoria de processos – desenhados por empresas de alta *performance* para lidar com as pressões da competição intensa – possuem uma abordagem analítica, de resolução de problemas discretos, pouco aderentes à realidade de empregados e pouco suscetíveis a sua adoção sem qualquer tipo de adaptação. Uma vez que o estudo empírico iluminou as distâncias entre o trabalho real de *melhorar um processo* e as representações dos modelos analíticos propostos pela governança da empresa, observou-se que nas adaptações do método impera a abordagem interpretativa. De maneira antagônica à abordagem analítica, ela encoraja a comunicação através dos limites organizacionais e elimina procedimentos formais de tomada de decisão até o momento em que se façam necessários. As contradições encontradas em campo permitiram avaliar a utilidade de adotar-se um método e, finalmente, propor maneiras de incentivar a formação de espaços onde ambas as abordagens – interpretativa e analítica – possam ser aplicadas para melhoria de processos repletos de ambiguidade: espaços de criação de soluções.

Palavras-chave: melhoria contínua; *Lean Seis Sigma*, resolução de problemas, abordagem analítica, abordagem interpretativa

ABSTRACT

A company wishes to improve its processes in order to reduce operational costs and, so, it adopts a *continuous improvement* methodology, recognized in the global market. After providing human and financial resources for the success of the endeavour, everything seems favorable so that the motivation for the methodology use permeate through the company and the results naturally arrive. But that doesn't become true. In fact, not all the problems identified by the methodology are solved. But why does that happen? The purpose of this dissertation is to answer this question based on the analysis of the activity of the employees in charge of conducting *Lean Six Sigma* projects in a multinational mining company. The demand for this study emerged during the performance of the author as an analyst for continuous improvement and originated from the realization that the conduct of these projects was difficult on the employees to whom such a task was attributed. The research shows that the current models of process improvement – designed by high performance companies to deal with the pressures of intense competition – have a discreet problem-solving, analytical approach, very little adherent to the reality of employees and unlikely susceptible to their adoption without any kind of adaptation. Since the empirical study enlightened the distance between the actual work of improving a process and the representations of the analytical models proposed by the governance of the company, it was observed that in the method adaptations reigns the interpretive approach. In an antagonistic way to the analytical approach, the interpretive approach encourages communication across organizational boundaries and eliminates formal decision-making procedures until they are necessary. The contradictions found in the research field allowed to assess the practicality of adopting a method and finally to propose ways to encourage the formation of spaces where both approaches – interpretive and analytical – can be applied to improve ambiguous processes: solutions creation spaces.

Key words: Continuous improvement; Lean Six Sigma, problem solving, analytical approach, interpretative approach

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BI – Business Improvement – Gerência de Melhoria Contínua da empresa estudada

ERP - Enterprise Resource Planning

GT – Grounded Theory ou Teoria Enraizada nos Dados

LSS - Lean Seis Sigma

SGQ - Sistemas de Gestão da Qualidade

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução de preços de minério de ferro no mercado chinês entre 2012 e 2016.....	15
Figura 2 - Curva de custos de minério de ferro entre 2012 e 2016.....	15
Figura 3 - Sistema integrado de produção.....	39
Figura 4 - Processo de carregamento e transporte.....	40
Figura 5 - Processo de britagem primária e secundária.....	40
Figura 6 - Processo de concentração de minério (moagem e flotação).....	41
Figura 7 - Processo de desagramento e embarque.....	41
Figura 8 - Classificação de Belts segundo o Seis Sigma.....	43
Figura 9 - Curva "S" do projeto Dut-4.....	47
Figura 10 - Esquema do mineroduto.....	48
Figura 11 - Esquema de bomba do mineroduto.....	49
Figura 12 - Conjunto sede / válvula.....	49
Figura 13 - Mapa do processo de operação do mineroduto e suas variáveis	52
Figura 14 - Matriz Esforço x Impacto do projeto Dut-4 (template DMAIC).....	54
Figura 15 - Pareto utilizado na definição da meta – duração das paradas....	55
Figura 16 - Regressão linear com a variável "velocidade" na EB1.....	57
Figura 17 - Regressão linear com a variável "velocidade" na EB2.....	58
Figura 18 - Curva "S" dos projetos Usi-0 / Usi-2 / Usi-4 / Usi-6.....	63
Figura 19 - Esquema do beneficiamento de minério de ferro.....	65
Figura 20 - Boxplot utilizado para definição de meta do Usi-0.....	67
Figura 21 - Boxplot utilizado para definição de meta do Usi-2.....	68
Figura 22 - Evolução do indicador "Perdas na deslamagem" utilizado na meta do projeto Usi-4.....	68
Figura 23 - Evolução do indicador "Enriquecimento do Rejeito" utilizado na meta do Usi-6.....	69
Figura 24 - Análise de produtos como antiespumante.....	73
Figura 25 - Análise do efeito de CO ₂ e pH na formação e desestabilização de espuma.....	73
Figura 26 - Regressão linear – variável granulometria.....	74
Figura 27 - Distribuição do portfólio de 2016 conforme atingimento de critérios de sucesso.....	78
Figura 28 - Desempenho do portfólio em 2016.....	79

Figura 29 - Distribuição do portfólio segundo atingimento de critérios de sucesso e uso da metodologia	84
Figura 30 - Projetos concluídos em um ano ou menos	98
Figura 31 - Estrutura matricial proposta pela governança do programa	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Brainstorm de problemas do programa em implantação.....	33
Quadro 2 - Projetos passíveis de observação em 2016.....	35
Quadro 3 - Matriz experiência na área x experiência em LSS (portfólio completo de 2016)	35
Quadro 4 - Projetos selecionados para amostra inicial de campo	36
Quadro 5 - Portfólio observado com maior detalhe	37
Quadro 6 - O método DMAIC	45
Quadro 7 - Resultados atingidos pelos projetos da usina	64
Quadro 8 - Projetos priorizados para a usina e suas justificativas	66
Quadro 9 - Diálogo ocorrido entre Black Belt e HT no dia 10/agosto/2016)...	71
Quadro 10 - Ações da fase "Controlar"	79
Quadro 11 – Prazos propostos pela consultoria para desenvolvimento de projetos.....	96

SUMÁRIO

1	O SETOR DA MINERAÇÃO E A MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS	14
2	CONSTRUIR PROBLEMAS OU RESOLVER PROBLEMAS?	20
2.1	Metodologias prontas para uso: entre o modismo e a eficiência	21
2.2	Problemas estruturados e não estruturados	24
2.3	Do complexo ao simples.....	26
2.4	Processo interpretativo e analítico.....	29
3	PERCURSO METODOLÓGICO	32
4	ESTUDO EMPÍRICO	39
4.1	O método selecionado: o Lean Seis Sigma	42
4.2	Os casos do mineroduto e da usina	46
4.2.1	Reduzir custos do mineroduto	46
4.2.2	Aumento da recuperação mássica	62
4.3	Quais objetivos atinge o programa implementado na empresa?	77
5	PROGRAMAS DE MELHORIA CONTÍNUA: MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS?	82
5.1	O uso encaixado	83
5.2	Um método simples para problemas complexos?	86
5.3	A difícil tarefa de definir metas.....	87
5.3.1	A complexidade do desconhecido	88
5.3.2	A “voz do cliente”	89
5.3.3	Financeirização do Lean Seis Sigma	91
5.3.4	O comportamento de um processo produtivo e a definição de projetos	93
5.3.5	O Lean Seis Sigma e a estatística.....	95
5.4	Melhoria contínua com prazo fixo?	95
5.5	Gerindo pessoas: organização matricial e reconhecimento.....	100
5.6	O interpretativo e a experiência	108
6	CONCLUSÃO	114
6.1	A que serve um método?.....	115
6.2	Proposta de solução dos conflitos	117
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

1 O SETOR DA MINERAÇÃO E A MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS

Recentemente, a fim de assegurar a eficiência e a qualidade da produção, tornou-se prática comum às empresas extratoras de minério de ferro a implementação de sistemas de gestão estruturados. Tais sistemas se tornaram indispensáveis em um contexto de mercado em que clientes passaram a exigir certificações de qualidade como a ISO9000.

Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) possuem como objetivo a redução da variabilidade de produtos, a garantia de fornecimento de uma especificação de forma consistente e repetitiva. Grande parte das ações inerentes aos SGQ consistem em disciplina de execução, monitoramento e controle, mas são previstas também ações de melhoria de processos.

Assim, não só a estabilidade de resultados, mas também seu aperfeiçoamento se tornou alvo de grandes grupos mineradores, para os quais a redução de custos de produção e variabilidade é especialmente relevante, pois seu produto é uma *commodity*¹. No caso do minério de ferro:

“[...] devido a características como a necessidade de especificação químico-física do produto, inexistência de produtos substitutos, a reduzida quantidade de produtores e a considerável concentração de consumidores, o preço do minério de ferro transacionado no mercado transoceânico é determinado pelo sistema de *benchmark*.”

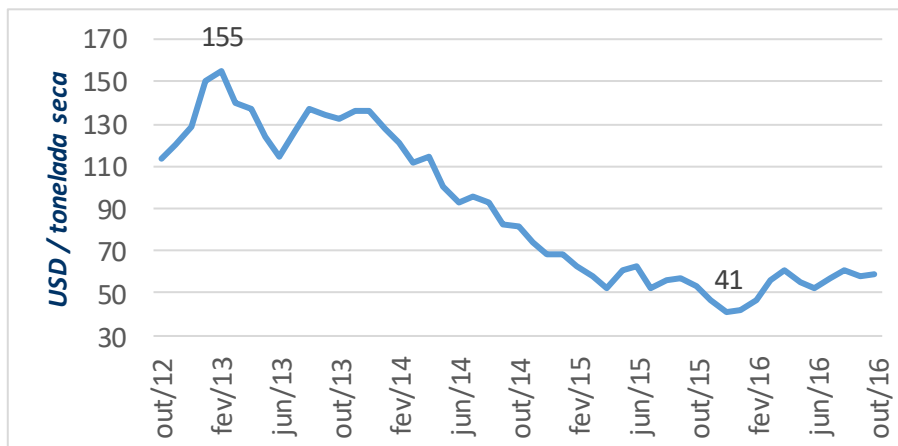
(FRANCO, 2008, p.21).

Isso significa que o mercado determina o preço do produto. A fim de garantir seu lucro, a empresa tem controle apenas de seu custo produtivo, não possuindo acesso a estratégias disponíveis aos demais setores como diferenciação de produtos e mercados, manipulação de preços e estratégias de *marketing* direto (como “promoções”).

Historicamente, nas duas últimas décadas, o mercado de minério de ferro se mostrou favorável. Em 2012, a *commodity* atingiu um pico de preços, cerca de 155 dólares americanos por tonelada seca. Desde então, o preço do minério de ferro sofreu sucessivas quedas (Figura 1).

¹ *Commodity* é um bem produzido em larga escala com características físicas homogêneas, seja qual for sua origem, que segue um padrão determinado pelo mercado e, portanto, possui seu preço negociado em Bolsas de Valores Internacionais. Exemplos de *commodities* são frutas, legumes, cereais e alguns metais como o minério de ferro e o ouro.

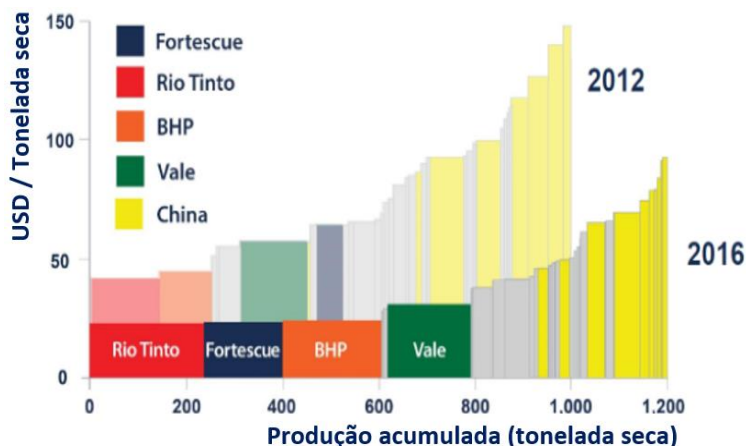
Figura 1 - Evolução de preços de minério de ferro no mercado chinês entre 2012 e 2016



Fonte: CME GROUP, 2016

Assim, “a estratégia das grandes mineradoras (Vale, Rio Tinto, BHP, FMG/Fortescue), diante do cenário de baixas cotações do minério de ferro, focou pesadamente, com sucesso, a redução de custos e elevação da produção de minas com menor custo operacional” (HEIDER, 2016, p.9). A curva de custos de produção do minério de ferro mundial (Figura 2) reflete essa estratégia, mostrando-se reconfigurada entre 2012 e 2016.

Figura 2 - Curva de custos de minério de ferro entre 2012 e 2016



Fonte: HEIDER, 2016, p.9

Na Figura 2, o eixo horizontal apresenta a produção total acumulada das principais mineradoras em operação no mercado global. O eixo vertical aponta o custo unitário (em dólares por tonelada produzida) de cada empresa. Observa-se que todas as empresas diminuíram seus custos unitários de produção entre 2012 e 2016, sendo que algumas aumentaram sua capacidade produtiva. Essa

reconfiguração foi obtida pela redução de custos inerentes aos processos operacionais ou pela escolha de investimentos – como a abertura de minas mais rentáveis e/ou fechamento de minas com altos custos operacionais, reservas empobrecidas ou ativos obsoletos.

O apelo pela redução de custos operacionais e a necessidade de ganhos rápidos foram os motivadores para que a alta hierarquia das principais mineradoras em operação no Brasil iniciasse a implementação de programas de melhoria contínua, baseados em metodologias consagradas no mercado nacional e global e consideradas prontas para uso. Elas surgiram na indústria manufatureira, resultantes da busca crescente pela eficiência de sistemas produtivos, que se seguiu à difusão de programas de qualidade total. Fatores como o aumento do número de competidores, inclusive aqueles advindos da globalização, o avanço tecnológico e a alteração da dinâmica relacional entre empresas e seus clientes criaram uma nova realidade competitiva, dentro da qual não bastava apresentar resultados estáveis e confiáveis.

Nesse contexto, algumas organizações desenvolveram metodologias que trouxeram inovação e celeridade à implantação de suas estratégias corporativas, com melhoria contínua de processos e seus resultados. Essas metodologias se disseminaram rapidamente nos Estados Unidos e, posteriormente, de maneira global, tornando-se conhecidas como “programas”, “ferramentas” ou “métodos” de melhoria contínua e permanecem ativas ao longo das últimas décadas, com grande presença no setor industrial e também no de serviços.

Porém, como alertam Wood e Caldas (2001, p.3), as empresas que enfrentam desafios de redução de custos tendem à implantação de modismos gerenciais, pois “[...] a pressão criada por resultados pode levar à introdução contínua de novas práticas gerenciais e ao mesmo tempo a um comportamento anti-intelectual e avesso à reflexão crítica. O resultado é proliferação de receitas e pacotes”.

Esses autores estudaram a adoção de sistemas empresariais em mais de quarenta empresas, concluindo que os resultados com frequência revelam “uma distância significativa entre as altas expectativas e vultosos investimentos” (WOOD e CALDAS, 2001, p.6). Entretanto, poucos executivos se colocam em posição contrária à solução adotada. Segundo os autores,

“[...] tal fato pode ser explicado por dois fatores: primeiro, o contexto político-institucional – quem se atreveria a colocar-se contra uma inovação tida como tendência inequívoca e de “classe mundial”? –; segundo, o vultoso montante de investimentos realizados, que também inibe visões críticas abertas, estimulam comportamentos “para inglês ver”²”.

(WOOD e CALDAS, 2001, p.6)

Ambos os fatores poderiam aplicar-se ao objeto de estudo desta pesquisa, os programas de melhoria contínua. No que tange aos mesmos, porém, podemos acrescentar um terceiro fator, que explicaria a inexistência de um movimento contrário à adoção de metodologias prontas para uso: com frequência, sua adoção traz maior eficiência à empresa. As metodologias empregadas nesses programas possuem uma base técnica válida e relativamente abrangente. SANTOS (2006, p.19) afirma:

“[...] resultados de sucesso de organizações como Allied Signal, GE e Motorola não foram obtidos por acaso. Foi essencial que houvesse uma quebra de paradigmas; um forte estímulo à criatividade em busca de novas soluções; um intenso esforço em reduzir a variação dos processos; e uma grande atenção nas expectativas e necessidades dos clientes. ”

A implementação de um programa de melhoria configura uma plataforma organizacional que estimula a identificação de oportunidades de progresso e fornece ferramentas para que elas sejam desenvolvidas. É possível que essas ferramentas tenham sido desconhecidas, até então, por aqueles encarregados de conduzir projetos, o que se traduz em uma chance de aprendizado.

Mas, à medida que essas ferramentas são utilizadas, surgem os pontos dissonantes de sua concepção original e aderir aos seus termos pode tornar-se tarefa árdua para os empregados, o que leva à adoção cerimonial (“*para inglês ver*”), ao abandono da metodologia ou à adaptação da mesma (PHILLIPS, CANATO e RAVASI, 2013; CALDAS e WOOD, 1998).

Em resumo, uma empresa parte do desejo de potencializar os processos existentes na companhia, que é compartilhado por toda a cadeia hierárquica de

² WOOD e CALDAS (1998) apontam que a importação de tecnologia gerencial é frequente e pode gerar consequências que contrariam as expectativas dos empregados, que apresentam três reações típicas:

(a) “para inglês ver” – comportamento de adoção de forma temporária e/ou parcial da tecnologia em questão para aplacar as pressões de adoção sem, no entanto, realizar mudanças substanciais ou ferir aquilo que se considera intocável no *status quo*;

(b) frustração e negação – comportamento de rejeição diante da impossibilidade de realizar sem dor a transformação desejada ou a simples negação da metodologia como inapropriada ao contexto; ou

(c) adaptação criativa – comportamento de adoção através de uma releitura dos conceitos a partir da realidade local para atender aos objetivos singulares da organização.

superiores a subordinados³. Escolhe, portanto, uma metodologia de capacidade reconhecida no mercado global e disponibiliza os recursos que considera necessários à sua implementação. Tudo parece favorável a que a motivação pelo uso da metodologia permeie pela empresa e que os resultados sejam obtidos. Por que, então, nem todos os problemas identificados em processos são resolvidos e a conclusão de projetos não se dá conforme o esperado?

O objetivo desta dissertação é responder a essa questão a partir da análise da atividade dos empregados encarregados de conduzir projetos de melhoria em uma empresa mineradora multinacional.

O estudo pretende demonstrar que os modelos atuais de melhoria de processos, desenhados por empresas de alta *performance* para lidar com as pressões da competição intensa, possuem uma abordagem analítica e de resolução de problemas discretos, pouco aderentes à realidade enfrentada pelos empregados na “ponta” da empresa.

Para tanto, no capítulo 2 aprofunda-se a questão da difusão de metodologias prontas para uso e discorre-se sobre as principais correntes de estudos sobre resolução de problemas, inovação e desenvolvimento de processos e projetos, com o objetivo de proporcionar o embasamento necessário para a avaliação dos casos utilizados nesta pesquisa.

O capítulo seguinte expõe a trajetória de pesquisa e, em especial, como um incômodo inicial de uma analista de melhoria contínua se tornou um projeto de pesquisa e quais os métodos utilizados para a coleta e a análise de dados na pesquisa de campo.

No capítulo 4, o estudo empírico foi estruturado de forma a apresentar dois casos completos, projetos de melhoria desenvolvidos na empresa escolhida para a pesquisa de campo. A confrontação do processo de desenvolvimento desses projetos com sua avaliação pelo programa formalmente instituído pela empresa dá origem a um debate sobre a validade dos modelos aplicados, conforme introduzidos no capítulo 2.

O capítulo 5 aprofunda-se nas contradições encontradas e na sua relação com as abordagens analítica e interpretativa, debatendo por que o modelo analítico

³ Empregados “sempre investiram na melhoria dos processos e equipamentos, movidos por interesses intrínsecos a sua própria atividade e por seu senso de profissionalismo”. (LIMA, 2015)

falha em atender à demanda da empresa e quais estratégias interpretativas foram utilizadas e como poderiam ser melhor exploradas.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais deste trabalho e conclui com uma proposta de resolução dessas contradições.

2 CONSTRUIR PROBLEMAS OU RESOLVER PROBLEMAS?

“Ao longo das últimas duas décadas, uma série de novos conceitos, ferramentas e máximas adentrou o léxico gerencial, destinados a ajudar as empresas a responder a um ambiente de negócios cada vez mais imprevisível. Especialistas em processos enaltecem a gestão da qualidade, as ‘organizações que aprendem’ e habilidades de liderança em equipe. Fornecedores de tecnologia oferecem infra-estrutura de TI e aplicativos de gerenciamento corporativo que prometem uma comunicação muito mais eficiente em ambos os sentidos da cadeia de suprimentos. Consultores de negócios pregam as virtudes dos métodos de gerenciamento de equipes matriciais, estruturas de rede, corporações virtuais e organizações planas, descentralizadas e sem limites. Um objetivo central de todas essas abordagens – às quais nos referimos coletivamente como *a nova gestão* - é aumentar a flexibilidade da empresa e acelerar a velocidade com a qual essa pode se adaptar a mudanças rápidas e imprevistas em seu ambiente.”
(LESTER e PIORE, 2004, p.75)

No excerto que abre este capítulo, retirado de seu livro, “Innovation: the missing dimension” (2004), Lester e Piore fazem uma descrição precisa do confuso panorama de modismos gerenciais difundidos nos últimos anos, os quais chamam de “*a nova gestão*”. Ao longo de seu trabalho – como será detalhado adiante –, os autores demonstram que, frequentemente, empresas operam em um ambiente econômico imprevisível e volátil, onde predominam métodos analíticos, racionais e simplificadores, apesar de “[...] especialistas em gestão defenderem formas mais flexíveis de organização, [...] em que as partes individuais se relacionam entre si de uma maneira mais complexa do que é possível simplificar através de preços ou de uma hierarquia corporativa clássica” (LESTER e PIORE, 2004, p.89).

Tais métodos, em sua maioria, podem ser considerados “métodos de resolução de problemas”. Assim, a questão que esta dissertação buscará responder – *Por que nem todos problemas identificados em processos são resolvidos e a execução [de projetos de melhoria] não se dá conforme o esperado?* – nos conduz à necessidade de aprofundar o embasamento em teorias de resolução de problemas.

Uma teoria de resolução de problemas deve ser capaz de explicar como a resolução de problemas por humanos acontece, quais mecanismos atuam nesses processos⁴, sendo que “questões sobre o comportamento de resolução de problemas podem ser respondidas em diferentes níveis e em variados graus de detalhamento”. (NEWELL, SHAW e SIMON, 1958, p.151).

⁴ Newell, Shaw e Simon (1958)

Buscando proporcionar uma visão sobre esses diferentes níveis de detalhamento, este capítulo traz uma revisão sobre as principais teorias encontradas na literatura, de forma a fundamentar a análise realizada nos capítulos posteriores.

2.1 Metodologias prontas para uso: entre o modismo e a eficiência

O objetivo central desta seção é discorrer sobre a difusão de metodologias prontas para uso, buscando destacar as consequências inesperadas da aplicação de uma técnica em um contexto diferente daquele do qual elas se originaram.

Como uma tecnologia gerencial se torna atrativa aos olhos de executivos? Como aqueles que escolhem uma metodologia *pronta para uso* falham em perceber a ruptura entre o discurso gerencial e a realidade em suas organizações? Em que situação o modismo se traduz em eficiência?

Caldas e Wood (1998, p.11) tentaram explicar a “permeabilidade de organizações brasileiras à parafernália gerencial estrangeira”, buscando ir além da “lista de fatores contextuais como a globalização, a hipercompetitividade, o incremento de novas tecnologias de computação e de comunicação”. Os autores acreditam que tais fatores podem explicar por que modelos estrangeiros são acessíveis, mas falham em explicitar a razão pela qual “países como o Brasil importam esses modelos tão freneticamente e – muitas vezes – a despeito de sua inadequação à realidade local ou às suas necessidades efetivas” (CALDAS e WOOD, 1998, p.11).

Abrahamson e Fairchild (1999) contribuíram para o debate ao avaliar ciclos de ascensão e queda de um modismo gerencial – os círculos de controle de qualidade (CCQs) –, demonstrando que as organizações acreditam que podem escolher de forma eficiente uma inovação gerencial e que possuem capacidade de predição sobre os impactos da inovação adotada.

Beck e Walgenbach (2005) também examinaram a adoção de uma metodologia consagrada, um sistema de gestão da qualidade baseado na ISO9000. Usando como objeto de estudo empresas de engenharia mecânica alemãs, examinaram quais contingências poderiam encorajar a adoção de elementos estruturais institucionalizados, como os preconizados pela ISO. Os autores concluíram que empresas de maior porte com um setor administrativo fortalecido,

altamente influenciadas por agentes externos – como o governo – e cujo produto possui pouca variação são mais compatíveis com a adoção de tais sistemas.

O tamanho da empresa é relevante, pois empresas maiores estão sujeitas a maior escrutínio do ambiente em que se inserem. Essas empresas, sob o risco de “erosão de sua legitimidade” (BECK e WALGENBACH, 2005, p.846), tendem a buscar formas de demonstrar aderência a expectativas externas. No caso da ISO (e de outras metodologias de gestão da qualidade), Beck e Walgenbach (2005, p.844) afirmam que empresas alemãs optam por elas principalmente pelo seu impacto de mercado e não pelos benefícios técnicos percebidos. Staw e Epstein (*apud* BECK e WALGENBACH, 2005, p.844) atestam que “as organizações que adotam técnicas de gerenciamento de qualidade geralmente são percebidas como sendo mais inovadoras e classificadas como superiores em termos de competência gerencial”. Empresas certificadas seriam vistas como modernas, racionais e inovadoras, o que aumenta sua legitimidade. A influência externa principal, citada pelos autores, é a do governo e dos clientes, que juntos definem a sobrevivência da empresa no mercado e, conseqüentemente, certos aspectos de sua estrutura.

Finalmente, organizações com uma proporção maior de equipes administrativas parecem “mais interessadas em adotar conceitos que podem aumentar seu poder interno” (BECK e WALGENBACH, 2005, p.860). Metodologias que impõem procedimentos de controle do administrativo sobre o operacional são favorecidas para implantação por esse grupo, apesar de serem capazes de criar conflitos com atividades técnicas. Esses conflitos “[...] parecem mais problemáticos quanto mais as expectativas institucionalizadas são direcionadas ao núcleo estratégico ou técnico da organização” (BECK e WALGENBACH, 2005, p.847). Os autores complementam: “Se os gerentes de produção estão preocupados com o funcionamento dos processos técnicos de seus departamentos, é mais provável que ignorem padrões externos de boas práticas” (BECK e WALGENBACH, 2005, p.862).

Portanto, metodologias como a ISO9000 ganham legitimidade que ultrapassam razões técnicas, mas sua permanência no mercado demonstra que “muitas organizações, cuja forma de produzir parece incoerente com os padrões da metodologia, ainda sentem uma forte necessidade de implementá-la” (BECK e WALGENBACH, 2005, p.862). Lester e Piore (2004) ratificam o desconforto e a incoerente atração pela implementação da ISO9000. Ao entrevistar responsáveis por executar os rigorosos procedimentos propostos pela ISO9000, receberam *feedback*

de que eles ajudaram a melhorar processos, porém com muitos *problemas*. Quando solicitaram que os entrevistados especificassem qual era sua dificuldade com esses padrões, conseguiam explicitar, sem maiores detalhes, que a metodologia era “muito burocrática”. Os autores concluíram: “O reconhecimento tácito de uma dimensão faltante manifestou-se em um considerável ceticismo não apenas sobre a ISO9000, mas também sobre qualquer esforço para sistematizar a inovação” (LESTER e PIORE, 2004, p.44).

A adoção de práticas de classe mundial, “[...] permeada da ideia da validade universal de conceitos de gestão, que determina o *como fazer*” (WOOD e CALDAS, 1997, p.525), pode servir de “[...] ajuda à alta liderança a manter sua influência sem ter de desenvolver procedimentos para toda a organização” (BECK e WALGENBACH, 2005, p.861).

Wood e Caldas (1997, p.518) afirmam que

“o discurso [da validade universal] parece coeso e usa elementos da retórica gerencial. A *práxis*, entretanto, é difusa, diversa e apela para o real, com suas ambiguidades e práticas singulares. O resultado é uma realidade de *faz de conta*, um mundo paralelo *para inglês ver*”.

Esse tipo de comportamento foi observado pelos autores em diversas empresas brasileiras, organizações que adotavam inovações administrativas de forma cerimonial, sem de fato implementá-las na medida em que foram idealizadas.

As pesquisas de Wood e Caldas apontam três reações consideradas típicas: (a) comportamento “para inglês ver”; (b) frustração e negação; ou (c) adaptação criativa. Entre os três comportamentos, aquele que parece ser o mais saudável (apesar de, segundo os autores, ser o menos frequente), é a *adaptação criativa*.

“O primeiro pressuposto da adaptação criativa é que, se é verdade que a tecnologia gerencial importada de centros desenvolvidos por países emergentes pode não ser diretamente adequada ou aplicável, também é fato que em boa parte dessas referências há conhecimento útil e importante. O problema é que, em estado puro, grande parte dessa tecnologia não é apropriada às especificidades locais.”

(CALDAS e WOOD, 1998, p.15)

Os autores cunharam a expressão “antropofagia organizacional”, que consiste na tentativa “[...] consciente de garantir a adoção apropriada – ou seja, adequada às especificidades locais – de tecnologia administrativa estrangeira que carregue conhecimentos úteis a países emergentes.” A *antropofagia organizacional* entende que é possível interpretar uma tecnologia importada, moldando-a a um contexto

específico: “Ela a desconstrói com base nas suas próprias especificidades locais. Por fim, ela a reconstrói criativamente, ‘devorando’ a essência de seu valor e atendendo de forma apropriada aos seus propósitos singulares e à sua realidade local” (CALDAS e WOOD, 1998, p.16).

Uma crítica possível a Caldas e Wood é que eles chegam, finalmente, à proposição de um novo modelo, capaz de adaptar metodologias *prontas para uso*. Cabe aqui um questionamento: Será que um indivíduo (ou organização) pode mesmo, de forma consciente, desconstruir um modelo, interpretar seu contexto, seu ambiente e, então, criar um novo método, que resolva seus problemas específicos? É possível extrair a simples regra, a que permite encontrar uma resposta até mesmo em situações complexas e variáveis? A próxima seção traz alguns conceitos importantes para essa discussão.

2.2 Problemas estruturados e não estruturados

A fim de aprofundar-nos na discussão da resolução de problemas e de que modo ela pode ser auxiliada por metodologias, será apresentada nesta seção a teoria desenvolvida por Simon (com Newell, Shaw e outros pesquisadores). Simon valeu-se do computador como simulacro da mente humana, e dos programas computacionais, como representações dos processos cognitivos envolvidos no comportamento de resolução de problemas⁵.

Causa estranhamento a ideia de estudar o comportamento de resolução de problemas *humanos* observando a resolução de problemas por uma *máquina*. Os autores desfazem esse estranhamento ao afirmar que descobriram muitas semelhanças entre os procedimentos aplicados pelos seus programas e os de humanos, conforme descritos na literatura da Psicologia. Afinal, os programas são escritos a partir da observação da resolução de problemas *verbalizada* por sujeitos em laboratório: ao mesmo tempo que resolviam problemas de lógica, os indivíduos relatavam suas etapas de pensamento, que eram então contrapostas às soluções trazidas pelos programas criados. Em casos de semelhança, segundo os autores, era possível afirmar que existe tanto no comportamento humano quanto no programa “uma especificação do que o organismo vai fazer, em diferentes

⁵ NEWELL, SIMON e SHAW (1958)

circunstâncias ambientais, em termos de certos processos de informação elementar que ele é capaz de realizar.” (NEWELL, SIMON e SHAW, 1958, p.153)

Para Newell, Simon e Shaw (1958, p.153), “um problema existe sempre que um solucionador de problemas deseja algum resultado ou estado de coisas que ele não sabe imediatamente como atingir”. Solucionar um problema envolve reunir as informações disponíveis e utilizá-las para conseguir mais informações até o momento em que uma solução é finalmente encontrada.

Os autores propõem uma teoria do comportamento de resolução de problemas com base em evidências positivas de que existem características gerais de processos de resolução de problemas, reveladas por seus estudos:

“O programa que um sujeito usa para qualquer tarefa vai ser semelhante aos programas usados por outros sujeitos que possuem o treinamento e habilidades similares. Se não houvesse tais semelhanças, se cada assunto e cada tarefa fossem completamente característicos, não poderia haver teoria da resolução de problemas humanos.”

(NEWELL, SIMON e SHAW, 1958, p.152)

Simon e Newell (1958) estabelecem, finalmente, uma divisão entre os problemas nos quais se equiparam o comportamento de programas e de humanos e aqueles em que uma lacuna vai surgir: os problemas *estruturados* e os *não estruturados* (em alguns trabalhos chamados *mal-estruturados*).

Os “problemas estruturados” são aqueles para os quais já existe toda a informação relevante para sua solução, desse modo, as regras para resolvê-los são explícitas. “Problemas não estruturados”, ao contrário, são aqueles em que o ambiente não fornece todas as informações necessárias para que um único caminho seja selecionado até obter uma solução. Nesses casos, a informação, não raro, é obtida somente no transcorrer do processo de resolução, isto é, após uma série de processamentos terem sido aplicados. Os autores explicam:

“Cada vez que um processo é aplicado a um estado inicial, um novo estado com uma nova descrição é produzido. Se houver relações (conhecidas ou passíveis de serem aprendidas pelo solucionador de problemas) entre as características da descrição desse estado e sua distância da solução, essas relações podem ser usadas para dizer quando o solucionador de problemas está ficando ‘mais quente’ ou ‘mais frio’. Portanto, se ele deve ou não continuar ao longo de um caminho definido por uma seqüência de processos.”

(SIMON, NEWELL e SHAW, 1958, p.30)

Em resumo, um problema não estruturado é aquele que não contém regras claras e bem-definidas, o que não significa que ele não pode ser solucionado.

Significa, apenas, que ele não pode ser resolvido pelo mesmo processo analítico aplicável a um problema estruturado. Na programação de computadores, problemas não estruturados são solucionáveis através de estratégias heurísticas⁶, não comparáveis às estratégias utilizadas por seres humanos, nas mesmas situações.

Desse modo, mesmo à luz da teoria de Simon, Newell e Shaw, que esperavam provar que um computador pode chegar a resolver qualquer problema que um humano resolveria, fica claro que a capacidade humana de extrapolar situações puramente analíticas é um diferencial.

Essa teoria coloca o indivíduo como um sistema de processamento de informações para resolução de problemas, descrevendo os mecanismos que produzem o comportamento do pensamento humano, observado em laboratório, em situações isoladas. Pode-se afirmar que a teoria é reducionista, simplificadora, pois não explica esse comportamento, apenas o descreve em termos de estímulos sequenciais no sistema nervoso central humano, deixando fora – ou classificando como “problema não estruturado” – todas as situações do cotidiano, atividades integradas ao ambiente em que a resolução de problemas implica processos lógicos e é implicada pela percepção, por habilidades motoras ou variáveis de personalidade.

Sob essa perspectiva, a *complexidade* inerente aos ambientes de trabalho, em especial, parece impossível de ser totalmente captada. Na próxima seção, espera-se ir além da noção de *complexidade* e dos motivos por trás do caminho tão comumente seguido, que promete transformar o complexo em simples.

2.3 Do complexo ao simples

O pensamento clássico ocidental está fundamentado na ideia de que existem leis que regem a vida e que essas leis podem ser compreendidas. De acordo com essa ideia, ao primeiro olhar, qualquer fenômeno pode parecer *complexo* pois não há conhecimento sobre ele. Contudo, uma vez reveladas as regras que o governam, ele se torna simples. Ao conhecer as regras, isolam-se os objetos que são sujeitos a elas e os tornam passíveis de conhecimento.

Morin (2006, p.5) afirma: “O conhecimento científico foi durante muito tempo e com frequência ainda continua sendo concebido como tendo por missão dissipar a

⁶ As estratégias heurísticas são processos cognitivos que operam seletivamente sobre o ambiente, com vista a reconstruí-lo como um espaço de problemas e operar sobre ele (CHIAPPIN e LESTER, 2009, p.17).

aparente complexidade dos fenômenos a fim de revelar a ordem simples a que eles obedecem”.

“Conhecer” começa com a obtenção de dados. Esses dados são tratados de alguma forma: separados ou associados, hierarquizados ou trabalhados em função de uma noção central. Métodos de organização do pensamento e paradigmas podem auxiliar nesse processo. Paradigmas podem ser definidos como princípios ocultos que governam nossa visão das coisas e do mundo sem que tenhamos consciência disso. Morin afirma que a ideia de que *qualquer* processo pode ser semelhantemente resolvido resulta do *paradigma da simplificação*, que “[...] controla a aventura do pensamento ocidental desde o século XVII” e que o mesmo “[...] permitiu os maiores progressos ao conhecimento científico e à reflexão filosófica; suas consequências nocivas últimas só começam a se revelar no século XX” (MORIN, 2006, p.11).

A ambição do pensamento simples (ou simplificador) é "controlar e dominar o real", ao passo que o pensamento complexo trata da capacidade de "lidar com o real, de com ele dialogar e negociar" (MORIN, 2006, p.6).

A complexidade traz em si a ideia de dificuldade, de complicação, contudo esses termos não podem servir de sinônimos para ela: “[...] a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico” (MORIN, 2006, p.6). A ideia de dificuldade deriva dos traços inquietantes da complexidade: olhar o todo pode fazer crer que o que se vê é inextricável, desordenado ou ambíguo. “Por isso o conhecimento necessita ordenar os fenômenos rechaçando a desordem, afastar o incerto, isto é, selecionar os elementos da ordem e da certeza, precisar, clarificar, distinguir, hierarquizar...” (MORIN, 2006, p.6).

Uma falácia comum é considerar o pensamento *complexo* como *completo*. Essa correlação não existe, uma vez que o pensamento complexo implica *incerteza*. Não é porque um tema não foi desmembrado pelo pensamento disjuntivo que ele pode ser visualizado em seu todo. Pode-se afirmar que “[...] o pensamento complexo aspira ao conhecimento multidimensional. Mas ele sabe desde o começo que o conhecimento completo é impossível [...] Ele implica o reconhecimento de um princípio de incompletude e de incerteza” (MORIN, 2006, p.6).

Quando falamos de fenômenos antropossociais, como a implementação de uma metodologia de gestão empresarial, a ideia do pensamento complexo é mais

bem-aceita do que quando falamos de fenômenos naturais, compreendidos, sob a luz do paradigma simplificador, como segregáveis e redutíveis a regras. Morin (2006) também debateu sobre essa mudança afirmando que, ao mesmo tempo que a Ciência buscava descobrir a “Ordem perfeita legiferando uma máquina perpétua (o cosmos)”, a Ciência descobriu o caráter de degradação e reorganização constante do universo físico:

“Finalmente, viu-se que o caminho não é uma substância, mas um fenômeno de auto-eco-organização extraordinariamente complexo que produz autonomia. Em função disso, é evidente que os fenômenos antropossociais não poderiam responder a princípios de inteligibilidade menos complexos do que estes requeridos desde então para os fenômenos naturais. Precisamos enfrentar a complexidade antropossocial, e não dissolvê-la ou ocultá-la.”

(MORIN, 2006, p.14)

A conclusão a que chega Morin é que o pensamento simplificador é um pensamento mutilador, que “[...] conduz necessariamente a ações mutilantes.” (MORIN, 2006, p.21)

Wood e Caldas, que propuseram um modelo de adaptação criativa simplificador mencionado na seção anterior, em trabalho posterior (WOOD e CALDAS, 2001) estudaram o fenômeno do reducionismo em processos de implementação de soluções de sistemas de Enterprise Resource Planning (ERP). Para tanto, caracterizaram o reducionismo como “a prática de dividir o todo em suas partes e, em seguida, estudá-los separadamente” (WOOD e CALDAS, 2001, p.390). em contraposição ao holismo. Os autores concluíram que a cultura empresarial ocidental é condicionada a pensar de forma reducionista e linear e que esse condicionamento traz consequências, sendo a principal delas a oscilação entre extremos de “desfocalização reducionista” e “desfocalização holística, que é incapaz de ver o todo”.

Juntamente com Le Moigne, Morin destaca, em seu livro “A Inteligência da Complexidade” (2000), que a ideia do complexo e do simples não é de recente tratativa:

“O filósofo das ciências, Bachelard, tinha descoberto que o simples não existe: só o que há é o simplificado. A ciência constrói o objeto extraindo-o de seu meio complexo para pô-lo em situações experimentais não complexas. A ciência não é o estudo do universo simples, é uma simplificação heurística necessária para desencadear certas propriedades, até mesmo certas leis. Georges Lukács, o filósofo marxista, dizia na sua velhice, criticando sua própria visão dogmática: “O complexo deve ser concebido como o primeiro elemento existente. Daí resulta que é preciso

primeiro examinar o complexo enquanto complexo e passar em seguida a seus elementos e processos elementares.”

(MORIN e LE MOIGNE, 2000, p.15)

Apesar de o pensamento simples ter dominado a ciência nos últimos anos, as situações em que o pensamento complexo se faz necessário apresentam-se cada vez com mais frequência. Todavia, isso não quer dizer que não existam situações-problema que não possam ser simplificadas / compreendidas em termos de regras claras. Os processos informáticos ou de tecnologia da informação são um bom exemplo disso.

Uma visão sobre a diferença de pensamentos e formas derivadas de atuar é apresentada no próximo capítulo: a de que a inovação é uma função de dois processos básicos, o interpretativo e o analítico.

2.4 Processo interpretativo e analítico

Por meio de estudos de caso em diferentes tipos de negócio e países, Lester e Piore (2004) propõem que o desenvolvimento de produtos ocorre através de dois processos: o analítico e o interpretativo.

O processo analítico, ensinado e valorizado no meio profissional, é a abordagem dominante de gestão e engenharia industrial. É o processo orientado por objetivos que trata a inovação como um problema a ser resolvido, o mais eficientemente possível, reduzindo-a a um conjunto de requisitos de engenharia.

Já o processo interpretativo é a abordagem negligenciada na atualidade. Os autores a comparam a conversas orquestradas e estruturadas pelos atores envolvidos na inovação: *designers*, engenheiros de produtos e processos, comerciantes, clientes e outros.

Lester e Piore deixam claro que, apesar da nítida preferência pelo processo analítico, ambos os processos são necessários para a geração de um conceito inovador:

“Os dois processos estão fundamentalmente opostos um ao outro, tornando difícil para as pessoas pensar em ambos, simultaneamente. No entanto, a capacidade das empresas para pensar sobre essas duas abordagens separadamente e gerenciá-las simultaneamente é o desafio central do desenvolvimento do produto.”

(LESTER e PIRE, 2004, p.6).

Não existe simultaneidade entre os processos porque seus objetivos são distintos:

“Os processos analíticos funcionam melhor quando os resultados possíveis de cada alternativa são bem compreendidos e podem ser claramente definidos e distinguidos uns dos outros. Os processos interpretativos são mais apropriados quando os possíveis resultados são desconhecidos – quando a tarefa é criar esses resultados e determinar quais são suas reais características”.

(LESTER e PIORE, 2004, p.6).

Retomando a teoria de Newell e Simon, podemos entender o processo analítico como uma resolução de problemas, mediante o qual o profissional: “[...] primeiro procura definir um objetivo claro [...] em seguida, identifica os recursos – humanos, financeiros e técnicos – que estão disponíveis para atender a esse objetivo, bem como as limitações sobre esses recursos. Ele então organiza um projeto para atingir o objetivo” (LESTER e PIORE, 2004, p.7). Esse procedimento divide o problema em uma série de componentes discretos, que podem ser analisados isoladamente e ajudar na escolha de uma solução que os uma novamente de forma ótima, rápida e eficiente para a empresa.

Com base no exposto nas seções anteriores, podemos concluir que o processo analítico funciona muito bem para situações de resolução de problemas estruturados, cuja discretização seja desejada. Ou seja, para os quais a simplificação seja possível e recomendada, como em problemas lógicos e matemáticos, citados por Morin em seus estudos.

Entretanto, o que o trabalho de Lester e Piore torna evidente é que “[...] nem toda a atividade é resolver problemas” (LESTER e PIORE, 2004, p.8). De maneira mais frequente, desenvolver um novo produto ou projeto envolve ambos os processos, apesar de parecer ilógica a ideia de que uma atividade pode ser desempenhada por métodos analíticos e interpretativos.

Normalmente, o processo interpretativo tende a prevalecer no início, sendo gradualmente substituído por atividades tipicamente analíticas à medida que ele se aproxima da entrega do projeto/produto, porque, em algum momento, a criatividade deve dar lugar à tomada de decisão: é preciso que soluções sejam escolhidas e executadas. Ao final de um processo de criação, “[...] a dimensão analítica deve prevalecer sobre a interpretação” (LESTER e PIORE, 2004, p.9).

O desafio é que o domínio da dimensão analítica se mostra em cada fase dos processos observados. Os autores atribuem esse domínio, que consideram

endêmico nas empresas, à competitividade que abomina qualquer possibilidade de ambiguidade e perda de tempo ou de lucro e à formação tradicional dos profissionais de negócios e engenharia, cujas escolas ensinam que qualquer situação é um problema (início), que pode ser solucionado pela definição clara de um objetivo a ser atingido (fim), passando pelos recursos necessários (meios), cabendo a eles encontrar um modelo causal que conecte os meios às extremidades.

Assim, não é surpresa que, em um momento inicial, em que as alternativas podem ser geradas e a quantidade e qualidade delas ser beneficiada “[...] usando uma abordagem altamente interpretativa – suspendendo a tomada de decisões formais e incentivando a comunicação aberta através dos limites organizacionais” (LESTER e PIORE, 2004, p.101), a atuação dos profissionais responsáveis tenda à eliminação (rápida) de qualquer incerteza quanto ao caminho a seguir. Um pensamento simplificador capaz de funcionar em apenas alguns casos, mas não naqueles em que a complexidade impera. Nesses casos, o que deve acontecer é um processo de descoberta e construção do problema e sua melhor solução possível. Lester e Piore afirmam que, à medida que a incerteza aumenta, a ênfase na interpretação deve crescer:

“O perigo do impulso para esclarecer é que, muitas vezes, reifica a percepção, até o ponto de eliminar as próprias condições de incerteza, que são necessárias para que a criatividade floresça. A abordagem analítica geralmente pressupõe que as ambiguidades já foram eliminadas, ou, se elas ainda permanecerem, o impulso básico é se livrar delas.”
(LESTER e PIORE, 2004, p.69)

Apesar da tendência racionalista e analítica de trabalhar, é impossível negar que os profissionais estudados por Lester e Piore empregavam o processo interpretativo, ainda que de forma inconsciente e sem conseguir descrevê-lo posteriormente, de forma satisfatória: “Quando os praticantes falam sobre o que realmente fazem, muitas vezes eles ficam muito desconfortáveis com essa caracterização do processo.” (LESTER e PIORE, 2004, p.6).

Ao longo da presente dissertação, a apresentação do desenvolvimento de projetos de melhoria no âmbito de um programa *Lean Seis Sigma*, implementado em uma mineradora multinacional, permitirá avaliar a ocorrência (ou inexistência) dos processos aqui descritos, aprofundando a discussão sobre as constantes falhas de modelos de resolução de problemas (entre outros modismos gerenciais da atualidade) em auxiliar empresas em sua busca pela maximização da eficiência.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A fim de reviver o percurso metodológico realizado nesta pesquisa, foi necessário recorrer à leitura da proposta inicial, registrada no plano de trabalho apresentado na seleção de mestrado. Nele, a pesquisadora, com formação em engenharia (civil) e sem conhecimento prévio de ergonomia francesa, afirmava:

“Programas como o *Lean Seis Sigma*, amplamente divulgados no setor minerário devido a sua característica ímpar de mercado, falham em gerenciar este importante ativo [o ‘capital humano’⁷].”

A proposta desse trabalho era:

“Avaliar de que forma as rotinas, sistemas e práticas organizacionais adotadas na gestão do capital humano podem contribuir ao sucesso dos programas de melhoria contínua em uma empresa mineradora multinacional.”

A experiência desta pesquisadora como analista de melhoria contínua, obtida ao longo de sete anos em duas grandes empresas mineradoras, possibilitou a observação do desenvolvimento de variados projetos, muitos deles bem-sucedidos. Mas, por vezes, aos olhos desta analista, o processo de condução desses projetos mostrava-se penoso para os empregados aos quais essa tarefa era atribuída. Líderes de projeto e suas equipes frequentemente demonstravam estar desmotivados e/ou sobrecarregados. Seus projetos avançavam sob pressão hierárquica e, se cancelados ou abandonados, traziam prejuízos para a empresa e para o empregado, que sentia os efeitos do insucesso.

Atuar em campo, coletando e analisando dados a fim de desenvolver uma teoria a partir dos dados, ao invés de levantar uma hipótese a partir de uma teoria concebida anteriormente é o cerne da Teoria Enraizada nos dados, ou, *Grounded Theory*⁸, utilizada nesta pesquisa. A partir de um incômodo inicial, uma atração pelo objeto que se deseja estudar, parte-se ao trabalho sistemático de coleta e análise de dados, a definição de categorias relevantes da pesquisa que vão detalhando-se durante o campo e a análise até o momento que o pesquisador percebe ter chegado a uma teoria de ordem prática e replicável.

⁷ Pede-se ignorar a utilização do termo “capital humano”, que possui em si uma definição positivista, mas que hoje a pesquisadora considera apenas uma aproximação de sua ideia original, o ‘fator humano’ (com a complexidade inerente à subjetividade e relegada a segundo plano em programas de melhoria contínua).

⁸ Tarozzi, 2011

O incômodo inicial da pesquisadora, seu “*what’s going on here?*” - conforme sugerido por Glaser à luz da *Grounded Theory*, foi a observação dos projetos que acompanhava como analista.

Ao buscar na literatura diferentes opções disponíveis para programas de melhoria contínua⁹ notou-se que a maioria dessas, em algum grau, destacavam não só o recurso humano utilizado no desenvolvimento dos projetos como elemento primordial para o sucesso do programa, assim como o enriquecimento desse recurso um ganho inerente ao programa. Pareceu-lhe incongruente que, sendo tão crucial para o sucesso de tais programas, não houvesse maiores informações sobre a maneira como o empregado, que conduz projetos, influencia e é influenciado por essa atividade.

Esse foi o ponto de partida. Uma vez iniciado o mestrado, o plano de trabalho foi formalizado junto ao gerente de melhoria contínua da empresa em que a pesquisadora atua, e a coleta de dados em campo pôde ser iniciada.

O momento de começar uma coleta de dados pode ser abstruso. A fim de se tentar compreender a fonte do *incômodo*, era necessário buscar uma forma de direcionar a pesquisa de campo a tópicos que poderiam ser passíveis de um estudo aprofundado. Em abril de 2016, foi realizado, com a equipe que atuava no programa de melhoria contínua da empresa, um *brainstorm* de problemas (Quadro 1).

Quadro 1 - Brainstorm de problemas do programa em implantação

Problema identificado em <i>brainstorm</i>	
1	Demandas concorrentes dos <i>belts</i> ¹⁰ (rotina x melhoria) – alto índice de abandono de projetos.
2	Objetivos dos projetos nem sempre mensuráveis.
3	Dificuldade de <i>belts</i> na condução de projetos e equipes e ausência de disciplina na realização de reuniões.
4	Insatisfação de <i>belts</i> por falta de autonomia na condução de seus projetos, pressionados pela liderança e pela governança central do programa por soluções preconcebidas.
5	Proposta de 5% de remuneração variável para conclusão de projeto não foi motivadora.
6	Dificuldade de <i>belts</i> em utilizar ferramentas estatísticas mesmo após o treinamento.
7	Constante alteração nas estratégias e na reestruturação da companhia contribuíram para o portfólio de 2016 ser gerado com atraso, em maio/16 (com menor tempo de execução disponível).
8	Comunicação falha entre a diretoria e a liderança direta (gerentes) sobre o programa.
9	Projetos tendem a soluções pré-concebidas e que podem reincidir no problema.

⁹ Por exemplo, o *Seis Sigma*, o *Lean Management* e sua fusão, o *Lean Seis Sigma*.

¹⁰ *Belts* são empregados treinados na metodologia Lean Seis Sigma e que conduzem projetos de melhoria.

10	Critério de seleção do projeto com base nas análises de indicadores ainda não está enraizado.
11	Governança do programa não foi desenvolvida de forma antecipada, está sendo alterada à medida que ele se desenvolve.
12	Interface da gerência de melhoria contínua com a de recursos humanos (responsáveis pelo desenvolvimento de pessoal da companhia, ou seja, identificar e treinar <i>belts</i>) é fraca. RH não conhece o programa.

Fonte: *Elaboração da autora*

O *brainstorm* foi útil no sentido de que possibilitou começar a compreender a visão da equipe envolvida dos problemas existentes em campo. A GT preconiza que o pesquisador vá para o campo com uma visão inicial do processo em que estará inserido, e que, ao mesmo tempo, ele deve evitar a geração precoce de hipóteses e perguntas de pesquisa, que podem estar carregadas de concepções, que não encontrarão embasamento nos dados. Assim, levantar os problemas nesse momento possibilitou não apenas uma visão holística e uma antecipação do que poderia ser encontrado, mas também um distanciamento desses problemas a fim de permitir que os dados os confirmassem ou refutassem. Ao final da coleta e análise desses dados, verificou-se que alguns dos problemas levantados tiveram relação com os casos de insucesso de projetos e serão retomados mais tarde nesta dissertação.

Em maio de 2016, o portfólio de projetos de melhoria estava formado e disponível para acompanhamento da pesquisadora, que poderia iniciar sua coleta de dados. A GT sugere uma amostragem que parte de “um primeiro grupo de sujeitos para depois ampliá-lo progressivamente, em base aos estímulos que provêm da teoria emergente”. (TAROZZI, 2011, p. 68).

Desse modo, a fim de determinar uma amostra inicial, foram identificados todos os projetos que seriam passíveis de observação ao longo do ano de 2016 (24, no total) e todos os *belts* da companhia. Para isso, foram levantados dados como função, tempo na empresa, tempo de atuação na sua função, nível de experiência na metodologia e se foram treinados na empresa ou receberam treinamento externo. Estes *belts* foram, então, associados aos projetos que realizariam em 2016 e aos projetos que porventura tivessem completado em 2015.

Os projetos para 2016, identificados por códigos, localidade e área, a fim de prosseguir com a pesquisa de forma anônima, estão disponibilizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Projetos passíveis de observação em 2016

Localidade	Área	Amostra	Código		
MG	Mineroduto	3 projetos	Dut-2	Dut-5	Dut-4
	Manutenção	3 projetos	Man-1	Man-4	Man-3
	Mina	6 projetos	Min-3	Min-4	Min-6
			Min-7	Min-8	Min-9
	Suporte	3 projetos	Sup-7	Sup-9	Sup-12
	Usina	3 projetos (e um programa)	Usi-2	Usi-4	Usi-6
Usi-0					
RJ	Filtragem	5 projetos	Fil-1	Fil-2	Fil-3
			Fil-4	Fil-5	

Fonte: Elaboração da autora

Uma ampla amostra estava disponível para observação, e era necessário reduzi-la a uma amostra inicial, que não limitasse o alcance da pesquisa. Foi realizado um pré-diagnóstico para que se definissem possíveis situações de observação.

Voltando aos problemas levantados no *brainstorm* realizado com a equipe em abril (Quadro 1), muitos deles (problemas 2, 3, 4, 6, 9, 10 e 12) indicavam a potencial relevância do nível de experiência dos *belts*, empregado para seu desempenho na condução de projetos. Assim, eles foram entrevistados e seus projetos foram colocados em uma Matriz de Experiência em *Lean Seis Sigma* (LSS) versus Experiência na área (Quadro 3). O empregado foi considerado experiente em LSS se é certificado (ou seja, se treinado na ferramenta de forma oficial, tendo concluído com sucesso um projeto, obtendo certificação) e autotransferiu-se segundo experiência na sua área.

Quadro 3 - Matriz experiência na área x experiência em LSS (portfólio completo de 2016)

	Novato na Área			Experiente na Área		
Novato em LSS	Min-3	Min-4	Usi-2	Usi-6	Man-1	Min-7
	Sup-7	Sup-9	Sup-12	Dut-2	Fil-1	Fil-2
				Fil-3	Fil-4	Fil-5
Experiente em LSS				Usi-4	Man-3	Man-4
				Dut-4	Dut-5	Min-6
				Min-8	Min-9	

Fonte: Elaboração da autora

Não foram identificados *belts* simultaneamente experientes em LSS e novatos em sua área de atuação. Os outros três grupos possuíam representatividade. Todo o portfólio de projetos permanecia disponível para observação, sob esta ótica.

Por conseguinte, sem que o objeto de pesquisa fosse prejudicado e visando à redução da amostra inicial, optou-se por eliminar, dessa amostra, os projetos que não eram desenvolvidos na área operacional (Mina / Usina / Mineroduto) e aqueles conduzidos fora da cidade da pesquisadora (em Minas Gerais).

O Quadro 4 demonstra a matriz de experiência com os projetos eliminados da amostra, cortados ao meio. Os projetos selecionados estão em negrito.

Quadro 4 - Projetos selecionados para amostra inicial de campo

	Novato na Área			Experiente na Área		
Novato em LSS	Min-3	Min-4	Usi-2	Usi-6	<i>Man-1</i>	Min-7
	<i>Sup-7</i>	<i>Sup-9</i>	<i>Sup-12</i>	<i>Dut-2</i>	<i>Fil-1</i>	<i>Fil-2</i>
				<i>Fil-3</i>	<i>Fil-4</i>	Fil-5
Experiente em LSS				Usi-4	<i>Man-3</i>	<i>Man-4</i>
				Dut-4	<i>Dut-5</i>	Min-6
				Min-8	Min-9	

Fonte: Elaboração da autora

A coleta de dados ocorreu entre maio e dezembro de 2016, por meio da observação da atuação dos *belts* e suas equipes, de gerentes e especialistas da equipe de melhoria contínua. Pretendendo viabilizar essa observação, a pesquisadora solicitou aos líderes que a convidassem a participar de reuniões de equipe, que eram registradas em áudio, com autorização dos presentes. De maneira complementar, ela esteve presente semanalmente nas salas em que os líderes atuavam em sua rotina, quando registrava, em memorandos¹¹, as atividades inerentes aos projetos.

O processo de coleta e análise de dados na GT deve ser realizado concomitantemente. Tarozzi (2011) afirma: “Na GT é fundamental que tais processos aconteçam paralelamente.” Assim, à medida que os áudios de reuniões

¹¹ Ver TAROZZI (2011).

eram transcritos e redigidos os memorandos, algumas explicitações adicionais se tornaram necessárias na compreensão do material coletado. Questões de natureza aberta eram geradas e retornavam aos atores para esclarecimentos.

Ao final de 2016 e fechando esse processo simultâneo de coleta e análise, sete projetos tiveram sua execução observada mais detalhadamente, com representatividade no quesito “experiência” (Quadro 5). Para os demais projetos, foi realizada uma entrevista com os especialistas de melhoria contínua, que auxiliavam em sua condução, e suas informações foram entrecruzadas com documentos produzidos pelos *belts* ao longo do desenvolvimento dos projetos¹².

Quadro 5 - Portfólio observado com maior detalhe

Área de Execução	Cód.	Belt	Experiência na área	Experiência no LSS
Mineroduto	Dut-4	AM	Experiente	Experiente
Mina	Min-3	GA	Novato	Novato
	Min-4	JF	Novato	Novato
	Min-7	TF	Novato	Experiente
Usina	Usi-2	AP	Novato	Novato
	Usi-4	HT	Experiente	Experiente
	Usi-6	LC	Experiente	Novato

Fonte: Elaboração da autora

Em janeiro/2017, trechos das transcrições foram selecionados para obtenção de maiores esclarecimentos. Organizou-se um roteiro para a realização de entrevistas semiestruturadas, as quais objetivavam a autoconfrontação do *belt* com as interações coletivas vividas ao longo do ano. Pretendia-se recolocá-lo em contato com situações previamente selecionadas para obter explicitações sobre seu comportamento, suas razões e suas motivações.

A técnica utilizada se assemelhou à da “autoconfrontação escrita”, descrita por Langa (1998) em seu trabalho de análise da atividade de chefes e gerentes. Ela foi considerada a melhor solução pois, assim como no caso avaliado por esse autor, o trabalho dos *belts* é caracterizado pela predominância de interações verbais e pela densidade de informações nelas presentes.

¹² Todos documentos gerados pelos líderes ao longo de sua condução estavam disponíveis para análise em uma pasta de rede compartilhada.

De forma semelhante à atividade descrita no estudo de Langa (1998), há, na atividade do *belt*, inúmeras ações que não são verbais, como a elaboração de documentos, a reflexão sobre os problemas, a análise de dados (com o uso de *softwares* estatísticos, por exemplo). Tais ações são acessíveis ao pesquisador apenas através dos produtos gerados nessas situações, por exemplo, um relatório, um *e-mail* e pelo que ele é capaz de relatar, *a posteriori*. Por consequência, fazia-se relevante permitir ao *belt* o acesso a esses produtos gerados pelo seu trabalho a fim de conseguir recolocá-lo em situação. Com esse objetivo, durante a entrevista de autoconfrontação, foi dada a ele a liberdade de fazer uso do computador para demonstrar o que desejasse. Em vista disso, registrava a sequência de seu raciocínio e, ao mesmo tempo, rememorava eventos e decisões tomadas ao longo do ano, quando estimulado por uma frase ou diálogo transcrito. Para registro e posterior análise da pesquisadora, foi utilizado o *software on-line Apowersoft*¹³, que permite que a captura de áudio e vídeo de tudo que está aparente na tela do computador.

Entre fevereiro e junho de 2017, o material coletado foi consolidado no estudo de caso e na análise que serão apresentados nos próximos capítulos.

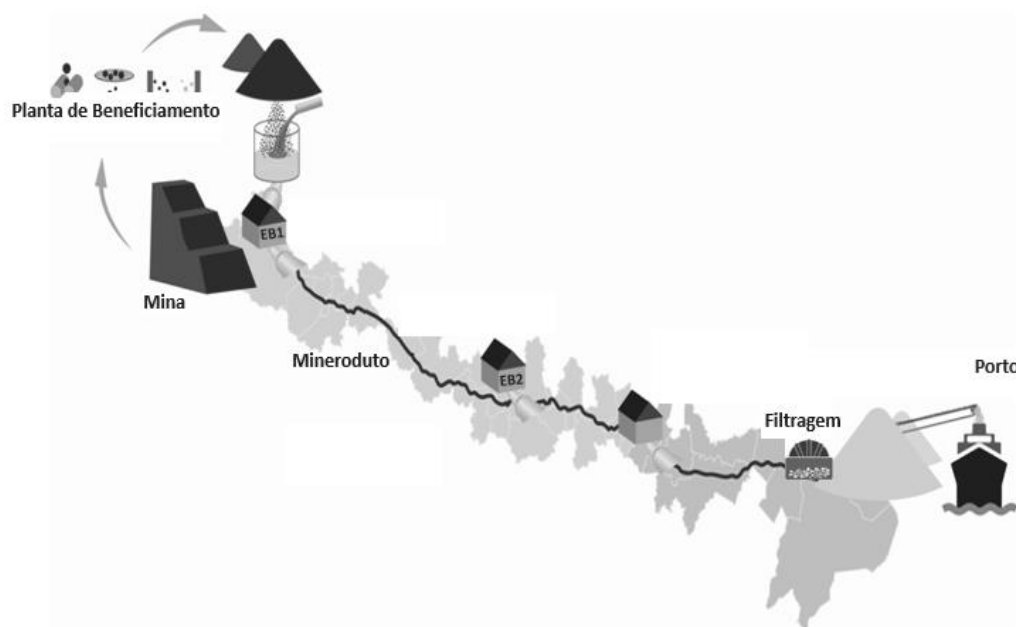
¹³ Disponível em: <https://www.apowersoft.com.br/gravador-de-tela-gratis>

4 ESTUDO EMPÍRICO

A pesquisa de campo foi desenvolvida em uma mineradora multinacional, que iniciou suas operações de minério de ferro no Brasil, em 2014. A pesquisadora é empregada da empresa e, em 2016, obteve autorização da mesma para a realização desta pesquisa.

O empreendimento compreende um sistema integrado de produção composto por: mina; planta de beneficiamento; mineroduto; filtragem e porto (Figura 3 - Sistema integrado de produção).

Figura 3 - Sistema integrado de produção



Fonte: Acervo da empresa

A operação começa na mina, onde a extração funciona a céu aberto, e é realizada por meio da perfuração e do desmorte (explosão) de rochas, carregamento da rocha fragmentada por escavadeiras e pás carregadeiras até os caminhões, que transportam o material até a britagem (Figura 4).

Os projetos da área de mina, acompanhados em detalhe¹⁴, conforme metodologia descrita no capítulo 3, tinham como objetivo o não só o aumento da produtividade de escavadeiras e pás carregadeiras, bem como a redução de custos com ferramentas utilizadas nas perfurações.

¹⁴ Projetos Min-3 , Min-4 e Min-7.

Figura 4 - Processo de carregamento e transporte



Fonte: Acervo da empresa

A britagem corresponde à parte do processo responsável pela cominuição do material até uma granulometria adequada ao processo de concentração do minério. Após passar pelos britadores, o material é peneirado e encaminhado por correias transportadoras para concentração (Figura 5).

Figura 5 - Processo de britagem primária e secundária



Fonte: Acervo da empresa

Na usina de beneficiamento, dentro dos moinhos de bola, se adiciona água ao produto britado, pois os processos de moagem e flotação, através dos quais se modifica a concentração relativa das espécies minerais presentes, somente podem ocorrer a úmido (Figura 6). O produto é dividido entre “Concentrado” – a polpa com percentual mais elevado de concentração de ferro que segue para os tanques da estação de bombas – e “Rejeito” – o material pobre em ferro que é encaminhado à barragem, para deposição.

Os projetos de melhoria do processo de usina, acompanhados em detalhe¹⁵ conforme metodologia descrita no capítulo 3, tinham como objetivo reduzir o consumo de água do processo, diminuir as perdas de massa de concentrado e o

¹⁵ Projetos Usi-2 , Usi-4 e Usi-6.

teor de ferro descartado no rejeito. Os três projetos, apesar de possuírem líderes e metas únicos, passaram a compor um “programa”¹⁶, pois havia sinergia entre as ações em desenvolvimento para a melhoria de um indicador considerado estratégico pela diretoria executiva: a recuperação mássica¹⁷.

Figura 6 - Processo de concentração de minério (moagem e flotação)



Fonte: Acervo da empresa

Uma vez cheios os estoques dos tanques, o concentrado é transportado pelo mineroduto até o porto sendo bombeado com auxílio de duas estações de bombas. Depois do mineroduto, encontra-se a planta de filtragem. Nela, a polpa concentrada passa por filtros cerâmicos, que retiram a água do concentrado. O material seco pode ser, então, disposto em pilhas no porto, a fim de ser embarcado em navios que seguem para os clientes (Figura 7).

Um projeto do Mineroduto foi acompanhado em detalhe¹⁸, conforme metodologia descrita no capítulo 3. Ele tinha como objetivo reduzir os gastos da gerência com as trocas de uma peça denominada *conjunto sede-válvula*.

Figura 7 - Processo de desaguamento e embarque



Fonte: Acervo da empresa

¹⁶ Neste trabalho, chamado de Usi-0.

¹⁷ Recuperação Mássica é um indicador-chave de desempenho do processo de beneficiamento de minério. Ele aponta a quantidade em massa de concentrado obtida a partir da massa total alimentada.

¹⁸ Projeto Dut-4.

As seções a seguir descrevem o desenvolvimento de alguns projetos e a concepção do programa de melhoria contínua implementado pela empresa.

4.1 O método selecionado: o *Lean Seis Sigma*

A empresa escolhida como estudo de caso iniciou operações em Minas Gerais, em 2015, quando optou pela imediata implantação de um programa de melhoria contínua. Uma gerência foi criada para a condução desse programa.

No documento¹⁹ que primeiro se referiu à gerência de melhoria contínua, quando de sua criação, são destacados fatores-chave para a implementação do programa (grifo da pesquisadora):

- “1. Decisões devem ser tomadas baseadas em dados, não em sentimento;
2. Dados devem revelar o que é significativo, removendo o que é irrelevante;
3. Um problema deve ser claramente definido: entenda a causa-raiz de um problema ao invés de listar seus sintomas;
4. Somente faça mudanças no processo que sejam comprovadamente capazes de resolver o problema;
5. Nunca pule direto do problema para a solução. ”

Fonte: Acervo da empresa

Essas instruções parecem ter auxiliado na escolha da metodologia *Lean Seis Sigma*, cujo cerne é a identificação de problemas com o uso de ferramentas estatísticas. O tratamento de dados preconizado por essa metodologia auxiliaria na tomada de decisões objetivas (1), delimitando o que é significativo (2). O LSS é, além disso, um método que se desenvolve em fases que visam tornar o problema claramente definido (3). Com seu uso, o problema seria estudado passo a passo, com elementos de teste em cada fase, que evitariam mudanças incapazes de resolvê-lo (4) (afinal de contas, seriam soluções para sua “causa-raiz”, identificadas através da estatística) ou, até mesmo, precipitadas (5).

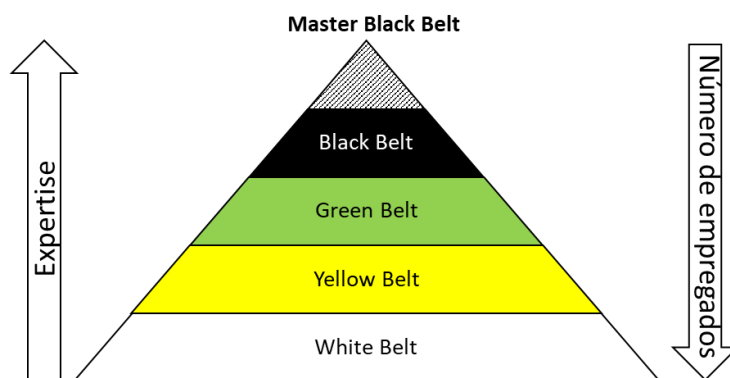
A metodologia escolhida é uma combinação de *Lean Manufacturing* (ou *Management*) e *Seis Sigma*. O *Seis Sigma* (6σ), originado na Motorola nos anos oitenta, é mundialmente difundido. KWAK e ANBARI (2006) descrevem-no possuindo duas vertentes principais: a visão estratégica – que envolve a satisfação de clientes, a melhoria de processos e os resultados financeiros – e o uso da estatística – com ferramentas aplicadas à análise de dados. Sua principal

¹⁹ Arquivo 2016_IOB BI_Whitepaper_v1

característica é o emprego do método *DMAIC*²⁰ para redução da variabilidade de processos.

O *Seis Sigma* é uma metodologia centrada em projetos, ou seja, em iniciativas pontuais que possuem duração limitada e objetivo específico, que são executados por um líder, chamado de *belt*²¹. Um *belt* pode ser considerado um *White Belt* (Faixa Branca), um *Yellow Belt* (Faixa Amarela), um *Green Belt* (Faixa Verde), um *Black Belt* (Faixa Preta) e até mesmo um *Master Black Belt* (Mestre). Ele evolui nas classificações à medida que adquire mais habilidade na aplicação da metodologia, obtida com base em treinamento nas ferramentas e com a conclusão de um projeto no nível correspondente. Uma vez que projetos de diferentes complexidades podem ser atribuídos a empregados em diferentes níveis de desenvolvimento, espera-se que o número de empregados, em cada nível, possua a proporção apontada na Figura 8.

Figura 8 - Classificação de Belts segundo o Seis Sigma



Fonte: Elaboração da autora

O *Lean Manufacturing* – ou manufatura enxuta – pode ser considerado tão famoso quanto o *Seis Sigma*. Originado no âmbito do *Sistema Toyota de Produção*, ele constituiu uma nova abordagem para a produção, totalmente voltada para a simplificação de processos e consequente redução de desperdícios.

O “*Lean*” busca eliminar sete tipos de desperdício passíveis de existência em um processo produtivo: superprodução; espera; transporte excessivo; processos inadequados; inventário desnecessário; movimentação desnecessária e produtos

²⁰ O método *DMAIC* (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) é caracterizado pelo encadeamento de fases com ferramentas, objetivos e produtos específicos a cada uma.

²¹ *Belts* – A palavra faixa faz alusão às lutas marciais, avança-se de branca à preta com o aumento da *expertise*.

defeituosos. O *Lean* prevê fases de coletas de dados sobre o processo, ferramentas de definição de valor para o cliente (“*voz do cliente*”) e diretrizes relacionadas à organização das áreas produtivas (como o uso do 5S²²), à utilização de elementos visuais de gestão (como quadros de gestão à vista) e de produção “puxada”²³.

O “*Lean Seis Sigma*”, portanto, pode ser definido como um sistema de gestão que mescla conceitos da manufatura enxuta ao *Seis Sigma*. Santos explica:

“A eliminação de desperdícios é uma estratégia alinhada com os objetivos gerais do *Seis Sigma* de reduzir fontes de variação em processos que possam comprometer o padrão de qualidade de produtos ou serviços.”
(Santos, 2006, p.45)

A metodologia *Lean Seis Sigma* propõe um sequenciamento de fases de projeto, com objetivos específicos e ferramentas gerenciais variadas. Sua adoção preconiza uma governança centralizada, a qual a empresa buscou garantir com a criação de uma gerência com especialistas-consultores.

A gerência de melhoria contínua desenvolveu seis procedimentos operacionais, publicados em 2015 e 2016²⁴, que definiam as regras para identificação, execução, monitoramento e controle de projetos conduzidos na empresa. O nível de detalhamento na prescrição contida nos procedimentos chama a atenção e torna claro que sua intenção era deixar pouca margem a interpretações do “*como fazer*”. O verbo “dever” aparece *cinquenta e sete vezes* nas quinze páginas do principal procedimento, a “Norma de gestão de projetos *Lean Seis Sigma*”. A título de exemplo, a definição de critérios para escolha do líder de projeto determina:

“Deve ter experiência em execução de projetos *Lean Seis Sigma*;
Deve ter formação em *Green Belt* ou *Black Belt*;
Deve ter disponibilidade de 30% do seu tempo para a execução do projeto;
Deve ter habilidades compatíveis com a dificuldade de execução do projeto.”
Fonte: Norma de gestão de projetos *Lean Seis Sigma*

²² 5s – Filosofia dos cinco sentidos (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke* – respectivamente senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina), que, quando implementados, ajudam a criar a cultura da disciplina.

²³ Produção “puxada” – também conhecida como “*Just-in-time*” – consiste em “puxar” a produção com base na demanda do cliente em vez de “empurrar” a produção com base na demanda projetada.

²⁴

Procedimento para Gestão das Iniciativas de Melhoria (Março/2015);
Procedimento para Validação dos Ganhos de Iniciativas de Melhoria (Setembro/2015);
Procedimento de Gestão de Treinamentos *Lean Seis Sigma* (Novembro/2015);
Norma de Gestão de Projetos *Lean Seis Sigma* (Janeiro/2016);
Procedimento para Avaliação do Programa *Lean Seis Sigma* (Janeiro/2016);
Procedimento para Utilização do Sistema de Registro dos Projetos *Lean Seis Sigma* (Março/2016).

Em resumo, a governança criada gera um ciclo de atuação anual, por meio do qual seriam identificadas oportunidades de melhoria ou iniciativas. Elas seriam propostas pelos especialistas de melhoria contínua ou pelas áreas operacionais. Para cada iniciativa priorizada, seria escolhido um líder de projeto – o *belt* – responsável por resolver os problemas e atingir resultados, de forma sustentável, com o uso da metodologia proposta.

Os *belts* receberiam treinamento na metodologia *Lean Seis Sigma* (nível *Green Belt*) e estariam aptos a aplicá-la em projetos selecionados após priorização realizada pela equipe de melhoria contínua. Esse passo objetivaria garantir que problemas que impedem o atingimento da estratégia da empresa fossem resolvidos em primeiro lugar.

A execução dos projetos seguiria a metodologia DMAIC. Os objetivos e produtos esperados de cada fase são apresentados resumidamente no Quadro 6.

Quadro 6 - O método DMAIC

FASE	OBJETIVO	PRODUTOS
DEFINE	Acordar entre equipe e patrocinador do projeto sobre escopo, objetivo, metas de desempenho e financeiras do projeto de melhoria	Seleção de projeto de melhoria <i>Project Charter</i> (CP-QQRT) definido Equipe mobilizada
MEASURE	Entender o estado atual do processo e coletar dados confiáveis, expondo as causas latentes dos problemas	Entradas e saídas do processo Mapeamento da cadeia de valor Sistema de medição validado Execução do plano de coleta de dados Capabilidade / desempenho do processo
ANALYSE	Apontar e verificar as causas que afetam as variáveis de entrada e saída críticas aos objetivos do projeto	Entradas críticas determinadas Análises dos dados e do processo Causas-raiz definidas Causas-raiz priorizadas para execução
IMPROVE	Capturar lições aprendidas a partir das soluções selecionadas e executar implementação em larga escala	Soluções selecionadas e priorizadas Avaliação de riscos de solução Piloto da solução Solução implementada
CONTROL	Concluir o projeto e transferir a custódia da melhoria para o seu dono, com procedimentos para manter os ganhos obtidos	Métricas de progresso e cartas de controle Padrão operacional definido Planos de controle de processo Custódia do processo transferida

Fonte: Elaboração da autora

Após a execução dos projetos, seus ganhos atrelados seriam aferidos e divulgados a toda companhia. Um prêmio seria dado aos melhores projetos ao final de cada ano, de forma a incentivar a participação de *Belts* e suas equipes. Esse ciclo iria se repetir de forma a manter a empresa em estado constante de melhoria, isto é, em *melhoria contínua*.

4.2 Os casos do mineroduto e da usina

Apresenta-se, nesta seção, o desenvolvimento de projetos de melhoria, narrados com base em documentação existente na rede da empresa, em anotações, em entrevistas e através de acompanhamento de caráter etnográfico ao longo do ano de 2016 (conforme mencionado no capítulo 3).

O primeiro caso apresentado traz a perspectiva de um *Belt* especialista na metodologia *Lean Seis Sigma*, designado como líder de um projeto de uma gerência diferente da sua. Em seu papel de especialista de melhoria contínua, este empregado tentou aplicar “à risca”, ou o mais próximo possível, os preceitos da metodologia proposta pelo programa. Apesar de seus esforços, seu projeto não foi concluído em 2016.

O segundo caso apresenta o desenvolvimento conjunto de três projetos, agrupados para atingimento de uma meta comum. Neles, engenheiros especialistas em beneficiamento de minério, acostumados com métodos analíticos e estatísticos, propuseram soluções e atingiram resultados condizentes com as metas estabelecidas para seus projetos. Entretanto, a observação em campo permite afirmar que os métodos utilizados para obtenção de tais resultados não são exclusivos à metodologia *Lean Seis Sigma*.

Os casos opõem-se em meios e fins. Este capítulo apresentará o percurso realizado pelos *belts* e demais participantes desses projetos descritos cronologicamente, destacando dificuldades relatadas pelos *belts* e/ou observadas em situação. Tais dificuldades – de uso da metodologia ou de obtenção de resultados desejados – serão pontos-chave da análise no capítulo que virá a seguir.

4.2.1 Reduzir custos do mineroduto

O projeto “Reduzir custos do mineroduto com sede/válvula”, chamado de Dut-4, foi um dos três projetos desenvolvidos pela área que gerencia a operação do mineroduto em 2016.

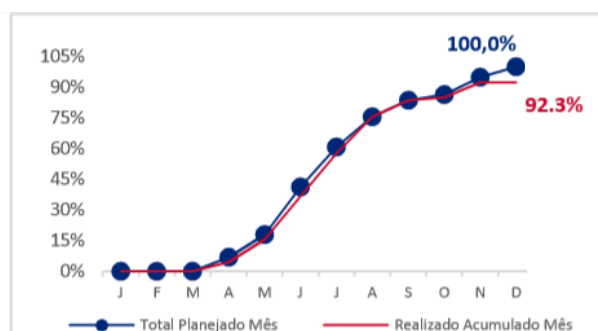
O projeto foi conduzido pelo *green belt* AM. AM tem cerca de 40 anos, é engenheiro e atua na área de manutenção de mina e usina há mais de 10 anos. Na empresa, possui a função de especialista na área de melhoria contínua, ou *Business Improvement (BI)*. Ele foi treinado na metodologia *Lean Seis Sigma* na primeira turma formada em 2015. Em sua atuação como especialista de melhoria contínua,

tem o papel de gerir o portfólio de projetos das áreas de Manutenção e Mineroduto, atuando como consultor dessa metodologia e reportando resultados obtidos pelos projetos. Entretanto, especialistas de melhoria são encorajados pelos gestores das áreas a atuar como líderes em projetos considerados prioritários. Esse é o caso do projeto apresentado, que possibilita a visualização da atuação de um analista experiente e que possui total interesse na aplicação exata da metodologia, conforme prescrita.

Assim que o Dut-4 foi definido e priorizado para execução no ano de 2016, o primeiro documento, gerado segundo a metodologia *LSS*, tornou-se disponível para consulta: o termo de abertura de projeto, também chamado de *contrato de projeto*. A ideia de “contrato” deriva de um acordo entre as partes. Neste contrato, o líder do projeto e sua equipe prometem entregar à empresa um determinado resultado (meta), naquele prazo (cronograma).

Analisando o relatório de desempenho emitido pela empresa no final do ano de 2016, nota-se, pela curva ‘S’²⁵ do projeto Dut-4 (Figura 9) que esse projeto, criado em março, já não estava aderente ao cronograma desde abril. O avanço físico igualou-se ao planejado apenas em outubro, mas estacionou em novembro (com 92,3% de seu cronograma concluído). O projeto nunca foi finalizado.

Figura 9 - Curva "S" do projeto Dut-4



Fonte: Acervo da empresa

Em termos de resultados parciais, o indicador (*KPI*²⁶), proposto como meta para o projeto (“*Gastos com sede/válvula por mês*”), alterou-se no período, não

²⁵ Curva “S” – Gráfico que demonstra para cada período de medição o avanço físico planejado e realizado, trazendo informações sobre o desempenho do projeto. Ele indica, até o período correspondente, se a equipe do projeto entregou mais ou menos do que o planejado.

²⁶ KPI - “*Key Performance Indicator*”, um indicador de desempenho crítico do processo, escolhido como meta em projetos de melhoria.

atingindo o objetivo pré-estabelecido: a redução de 20% de um valor de base de R\$ 829.527/mês. Nenhuma melhoria financeira lhe foi atribuída, mesmo constatando-se que houve economia com a atividade de troca de sede/válvula.

Em sua entrevista AM justifica o resultado financeiro encontrado e o motivo de não considerar concluído o projeto:

“A gente atuou sobre uma série de problemas que existiam, que ajudavam a reduzir esse custo elevado com sede/válvula, mas a *velocidade*, que é o principal, a gente *não conseguiu combater ainda*. Alguns parâmetros que influenciam também no KPI ao longo do ano aumentaram. São coisas que a gente vai ter de conviver, mas a gente *não chegou onde a gente queria*.”

(AM – Belt do Projeto)

Um olhar atento ao percurso do *belt* no desenvolvimento de seu trabalho pode ajudar a entender os motivos para ele “*não ter chegado onde queria*”, como foi definida sua causa principal – a “*velocidade*” – e por que “*não conseguiu combater ainda*”.

Antes de mais nada, é importante uma breve explicação sobre o processo que é foco do projeto.

Conforme exposto no início desta seção, o produto beneficiado – o concentrado – é transportado pelo mineroduto até a filtragem/porto, bombeado por duas estações, *EB1*²⁷ e *EB2*²⁸, que proporcionam o fluxo adequado da polpa de minério. Este caminho é demonstrado na Figura 10.

Figura 10 - Esquema do mineroduto



Fonte: Vídeo institucional da empresa

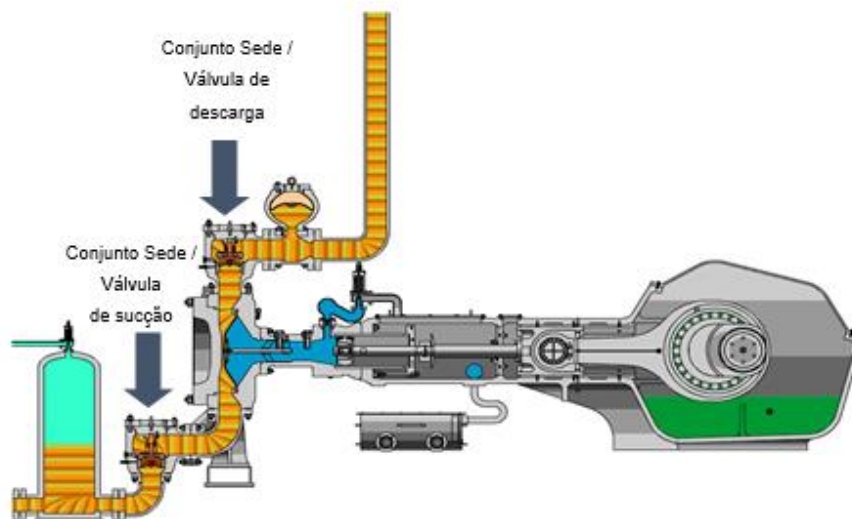
Um dos principais componentes das bombas denominado *conjunto sede/válvula*, comumente chamado apenas de *sede/válvula*, é responsável por controlar o fluxo de material, abrindo e fechando em sincronia com o movimento do equipamento. Cada uma das bombas possui seis conjuntos em operação, somando

²⁷ EB1 – Estação de Bombas 1, situada no início do mineroduto.

²⁸ EB2 – Estação de Bombas 2, situada em posição intermediária do mineroduto.

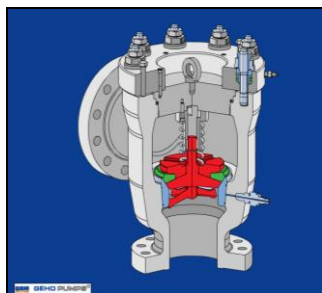
108 conjuntos que operam, contínua e simultaneamente, nas duas estações. A Figura 11 apresenta um esquema de bomba com a localização dos conjuntos; a Figura 12 detalha o conjunto sede/válvula.

Figura 11 - Esquema de bomba do mineroduto



Fonte: Acervo da empresa

Figura 12 - Conjunto sede / válvula



Fonte: Acervo da empresa

Quando o mencionado conjunto falha (ou quebra) deve ser imediatamente trocado a fim de reestabelecer a condição operacional do mineroduto. Segundo AM, um conjunto quebrado

“[...] para a bomba. O mineroduto em condições normais opera com sete bombas e uma [bomba] parada. Eu ainda consigo operar ele com cinco bombas, mas aí eu tenho de aumentar a velocidade porque a vazão no mineroduto tem de ser constante, em torno de 1900m³/hora. Então para garantir essa vazão, eu aumento velocidade de bombeamento.”

(AM – Belt do Dut-4)

São muitos os problemas que podem ocorrer em uma planta operacional, e manutenções corretivas, apesar de indesejadas, são frequentes. O percurso do *belt*, para melhorar processos, começa pela *escolha de um problema a resolver*.

4.2.1.1 Define – Definindo o problema

Observou-se, em campo, que o processo de escolha do problema de reduzir custos do mineroduto, para composição de um projeto *LSS*, teve sua origem na experiência prévia do gerente da área, conforme exposto por AM em uma de suas entrevistas:

“O que mais incomodava o gerente da área era o elevado custo que a gente tinha com sede/válvula. A baixa vida útil que ela tinha. Como ele veio da [outra empresa], ele carregou esse histórico de sede/válvula durar 2000 horas, e aqui, no início a nossa durava 600 horas.”

(AM – Belt do Dut-4)

AM analisou o orçamento da área e identificou que a troca de sede/válvula frequente acrescia o custo do processo. Aumentar a vida útil do conjunto foi decisão imediata, tomada de acordo com o gestor, que já possuía uma experiência prévia de válvulas que duravam mais:

“Sede/válvula é hoje o maior gasto que o mineroduto tem com material. Representa 35% do orçamento do mineroduto, é relevante para ele [o gerente] né. Ele [o gerente] tinha orçado 9 milhões [orçamento anual] e estava projetando gastar 12.”

(AM – Belt do Dut-4)

Definido seu problema, no momento da criação do termo de abertura do projeto, AM desenvolveu um cronograma para esse projeto. Para tanto, ele baseou-se na duração de cada fase *DMAIC* recomendada pela consultoria que forneceu seu treinamento de *Green Belt*, para proposição de uma solução até novembro do mesmo ano.

Uma vez que o projeto Dut-4 foi priorizado para execução, AM agendou a primeira reunião com a equipe.

4.2.1.2 Measure – Mensurando o problema

Segundo o método *DMAIC*, uma vez definido o problema, com meta estabelecida, espera-se que uma coleta formal de dados seja realizada. AM constatou que todos os dados necessários ao seu trabalho estariam disponíveis através de sistemas que coletam/fornecem dados sobre as variáveis envolvidas na

Operação. Ao mesmo tempo em que dados eram coletados, a equipe utilizou ferramentas qualitativas a fim de conhecer melhor o processo e o problema.

AM afirmou considerar essa fase um sucesso em seu projeto e destacou a importância do consenso na equipe, atribuindo esse sucesso à liberdade na atuação de todos, de forma independente em relação à hierarquia:

“A gente tentou fazer tudo com o aval do grupo. A gente até brincava: “Agora tirando o crachá”. Porque como o G. [coordenador] participou de muitas reuniões, tinha a tendência de ele falar algo e a galera “ah, é isso mesmo e tals”. Só que a gente deu tanta liberdade, essa fase inicial foi tão legal, que todo mundo participou muito.”

(AM – Belt do Dut-4)

As ferramentas utilizadas foram o SIPOC²⁹, o mapeamento de processos, o diagrama de Ishikawa³⁰ e os “5 porquês³¹”, com os quais a equipe listou variáveis com influência sobre o projeto e causas potenciais de quebra prematura de sede/válvula.

Apesar de demonstrar em sua fala o valor que atribui à estatística, AM permitiu-se guiar pelo conhecimento de processo e pela experiência dos membros de sua equipe (seu “sentimento”):

“A gente separou em macroprocessos: a operação da EB1; a operação da EB2 e Manutenção. Porque o pessoal [equipe de operação] sinalizou para a gente que elas são diferentes. Não estou comprovando com estatística que elas são diferentes, mas o pessoal da área já tem esse sentimento.”

(AM – Belt do Dut-4)

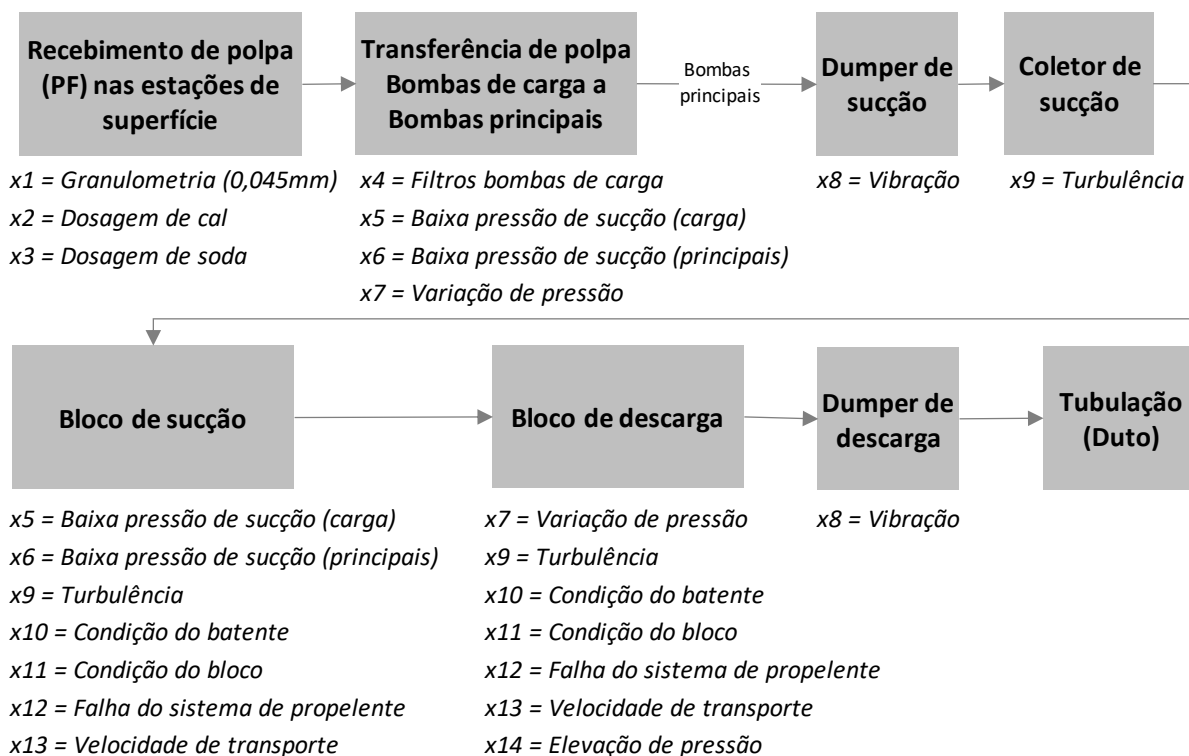
O SIPOC desenvolvido serviu de base para um mapeamento de processos, executado ao longo de três reuniões com a equipe (Figura 13).

²⁹ SIPOC – Ferramenta na qual são listados fornecedores (*Suppliers*), entradas (*Inputs*), saídas (*Outputs*) e Clientes (*Clients*) de um processo, a fim de defini-lo antes de seu mapeamento.

³⁰ Diagrama de *Ishikawa* – Ferramenta que permite estruturar hierarquicamente não só as causas potenciais de determinado problema, bem como seus efeitos sobre a qualidade dos produtos.

³¹ “5 porquês” – Ferramenta de simples de resolução de problemas que consiste em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes para compreender o que aconteceu (a causa-raiz).

Figura 13 - Mapa do processo de operação do mineroduto e suas variáveis



Fonte: Acervo da empresa

AM mapeou variáveis que impactam no processo, seguindo o conselho de uma *black belt* que atuava na área. Em entrevista, afirmou:

“Se eu mapeei o processo, eu já tento mapear os possíveis ‘x’ que interferem no meu ‘y’, que é minha vida útil da sede/válvula.”³²
(AM – Belt do Dut-4)

Nesta altura de seu projeto, AM inicia a identificação de causas em um momento anterior ao previsto pela metodologia. O raciocínio proposto pelo método seria (1) identificar variáveis que influenciem o processo; (2) utilizar ferramentas estatísticas que demonstrem quais variáveis têm efeito sobre o problema estudado e, finalmente, (3) definir causas para seu funcionamento fora do padrão almejado. Ao solicitar à equipe que apontasse variáveis (“x”), correlacionando-as segundo sua experiência no processo com seu impacto no indicador (“y”), AM sentiu-se confortável para listar causas possíveis para seu problema.

³² “x” seriam as causas para um resultado “y”.

De posse de uma extensa lista de causas possíveis, AM reuniu a equipe novamente e preencheu, com ela, uma matriz denominada “causa e efeito”³³. Em entrevista posterior, afirmou:

“Foram setenta e sete ‘x’ [ou variáveis/causas] que a gente mapeou ao longo do processo. Aí a gente fez a matriz ‘causa e efeito’ relacionando a percepção do time. Ela é uma matriz qualitativa. Aqui não é nada quantitativo não.”

(AM – Belt do Dut-4)

A fala de AM denota que essa priorização também foi calcada na experiência dos membros da equipe, a qual lhes inspirava confiança para prosseguir com a eliminação de causas possíveis, através de analogias:

“A gente percebeu que ela [a causa] estava sendo tratada em um outro ‘x’. Estava sendo repetitivo. Então a gente decidiu que não iria tratar. À medida que a gente lia a lista já dizia ‘ah, esse aqui já está ali, já está sendo tratado’ Então a gente acabou [...] não pegando todos os “x” [causas].”

(AM – Belt do Dut-4)

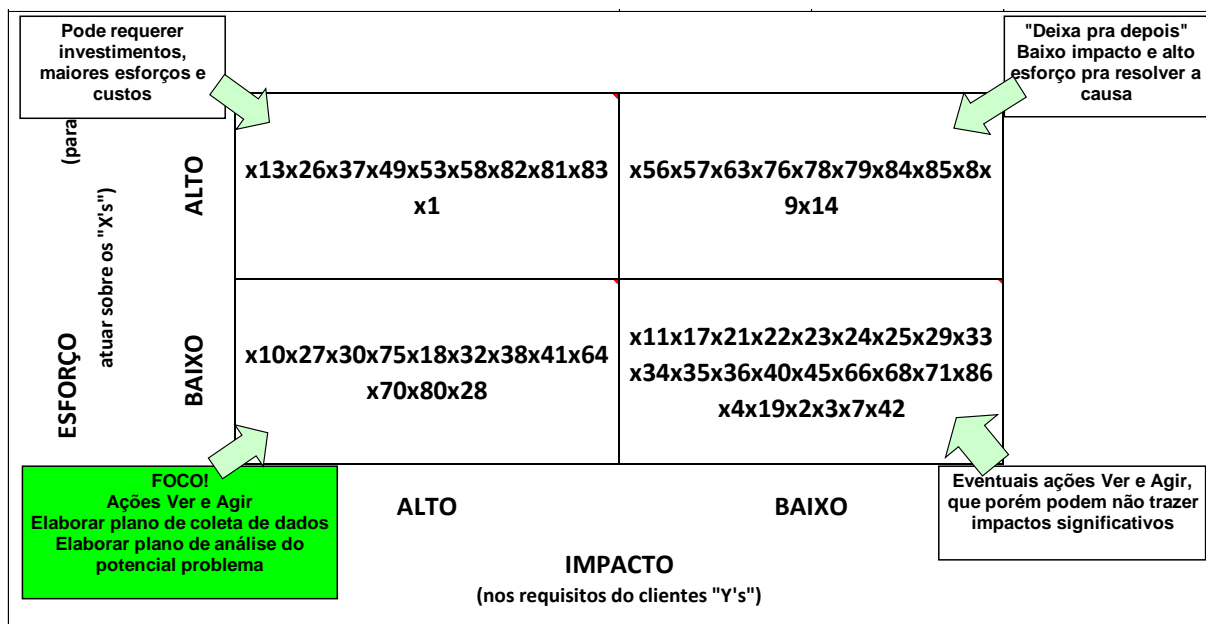
O número de causas possíveis foi reduzido de 77 a 56, um número que o grupo ainda considerava exagerado. Utilizaram, então, uma matriz de “esforço x impacto”³⁴ (Figura 14), que pôde apontar causas já conhecidas, para as quais a equipe propôs ações rápidas, de baixo esforço, com efeito imediato sobre o processo. Estas ações formam um plano de ação *Quick-win*³⁵.

³³ A Matriz de causa e efeito é utilizada para identificar fatores (ou seja, causas) relacionados a um problema (ou seja, efeito) para compreender como os fatores podem causar o efeito dado.

³⁴ A matriz de esforço e impacto é utilizada na priorização de fatores sob a ótica das variáveis esforço e impacto (ou benefício). Quanto menor o esforço necessário para corrigir um problema, mais rápido o mesmo será resolvido e mais cedo o time obterá os resultados dessa ação (ou o impacto).

³⁵ O plano de ação “*Quick Win*” – também conhecido como plano “Ver e Agir” ou de “Ganhos rápidos” –, gerado antes da fase de análises, contempla ações que possam trazer resultado imediato.

Figura 14 - Matriz Esforço x Impacto do projeto Dut-4 (template DMAIC)



4.2.1.3 Analyse – Analisando o problema

No momento de criação de seu plano *Quick-win* (em junho/2016), AM desenvolvia suas primeiras análises quantitativas, com o objetivo de identificar a causa-raiz da baixa vida útil de sede/válvulas.

A primeira análise quantitativa de conteúdo estatístico – feita por AM no projeto ainda na fase de definição do problema – foi um *Pareto*³⁶ da duração de paradas por motivo e um outro relacionando o número de ocorrências de parada por motivo (Figura 15 a e b). AM utilizou, também, uma análise com um *boxplot*³⁷ do custo da área. Este último, segundo AM, “para confirmar que não foi feito no ‘achismo’, foi feito baseado nos dados mesmo.”

Conforme descrito anteriormente, no presente caso a estatística serviu para confirmar o que o gestor da área havia apontado como problema principal a ser priorizado – a baixa vida útil do conjunto sede/válvula.

³⁶ O *Pareto* é um gráfico de colunas que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas

³⁷ O *Boxplot* é um gráfico, no qual o eixo vertical representa a variável a ser analisada e o eixo horizontal representa um fator de interesse, a fim de localizar e analisar a variação da mesma entre diferentes grupos de dados.

Figura 15 a - Pareto utilizado na definição da meta – duração das paradas

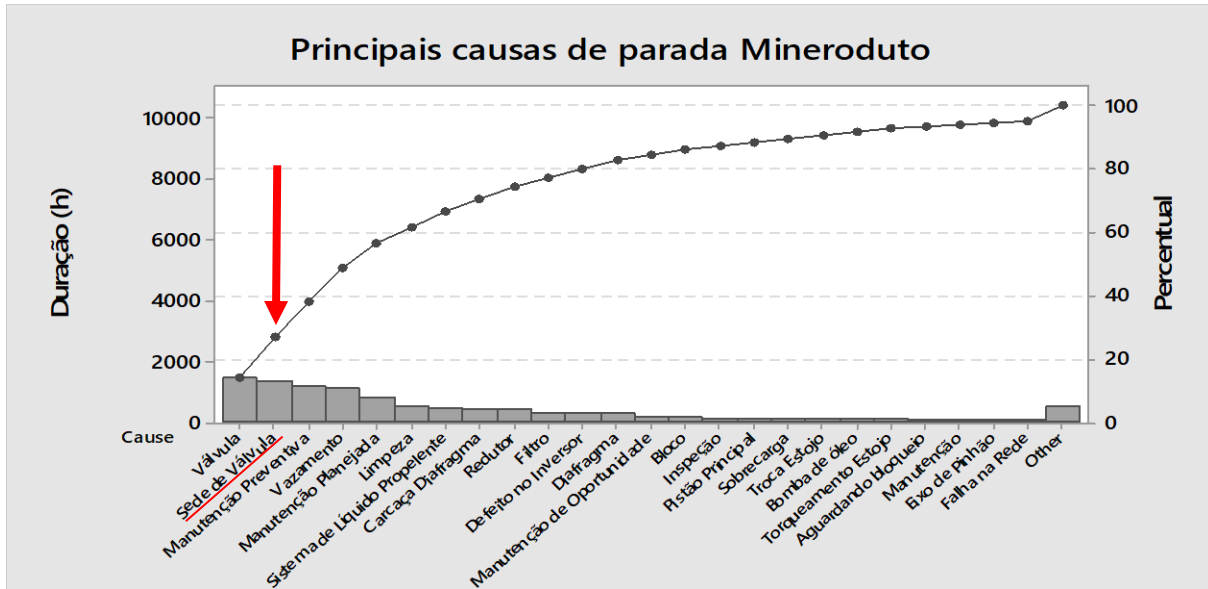
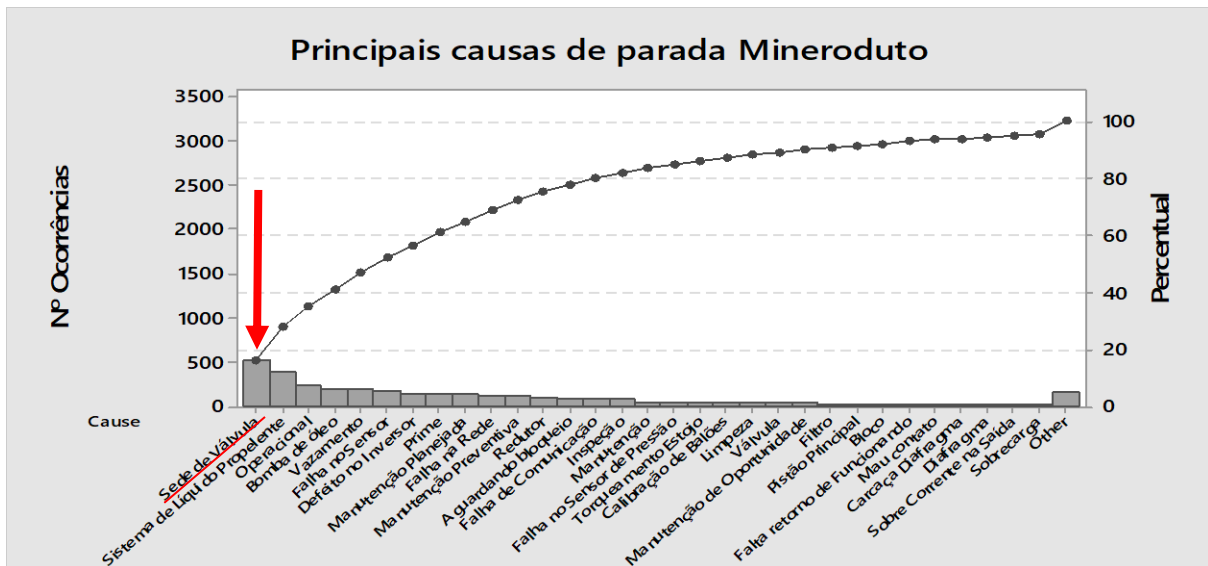


Figura 15b - Pareto utilizado na definição da meta – número de ocorrências de paradas



Fonte: Acervo da empresa

Durante sua fase de análise, AM, usando o *software Minitab*³⁸, realizou tipos variados de testes estatísticos, cujos resultados compartilhava frequentemente com seus colegas especialistas da área de melhoria contínua, com o gestor do mineroduto e com o restante da equipe de projeto.

Para fins de análise estatística, em suas correlações AM utilizava, como balizador, o indicador “vida útil de sede/válvula”, pois, segundo ele, “ficava mais palpável”. As ferramentas mais empregadas por AM foram: *time series*; histograma;

³⁸ Minitab – *software* de análise estatística

análise de capacidade; *boxplot*, regressão linear e múltipla; gráficos de controle (para a fase anterior ao projeto).

As análises de regressão simples e múltipla apontaram que as variáveis com relação direta à vida útil da sede/válvula eram: pH da polpa bombeada; densidade da polpa bombeada; pressão de descarga; velocidade de operação das bombas; concentração de sílica (areia) na polpa bombeada.

Algo interessante a destacar nessa altura do projeto é a *expertise* em estatística porque, a fim de ser útil na delimitação de causas, ela deve ser bem-aplicada e interpretada. As observações em campo da atuação de AM demonstraram que o aprendizado da estatística é essencialmente prático. Por exemplo, durante uma entrevista, enquanto apontava para os gráficos gerados via *Minitab*, AM afirmou:

“As primeiras correlações aqui, não estavam dando nada. Aí depois foi melhorando. Eu deixei isso tudo [os gráficos ‘errados’] aqui como aprendizado, sabe? Fomos aprendendo, foi só melhorando, né? A gente foi tendo mais percepção.”

(AM – Belt do Dut-4)

Observou-se que outros *belts*, ao utilizarem o *software* estatístico, o fazem de forma quase experimental, testando diferentes abordagens, agrupamento de variáveis e visualizando os resultados graficamente.

AM considera que, ao longo de suas análises, as mesmas foram crescendo em qualidade. Ele forneceu dois exemplos que podem demonstrar a evolução com a prática na aplicação e na interpretação da ferramenta.

- **Aprender a aplicar a ferramenta – o caso do “pH”**

Quando AM inseriu os dados coletados no *software*, este retornou um gráfico de correlação alinhado em torno de dois valores (formando duas linhas ao invés de uma, que era o esperado por ele). Posteriormente, AM percebeu que deveria ter separado, em seu banco de dados, as ocasiões em que o desempenho é medido quando o mineroduto está bombeando água – e seu pH fica em torno de 6 – e quando está bombeando polpa - ou seja, pH em torno de 12.

“Tá vendo, análise malfeita, né? Não tem de estar assim... Ou eu estou com pH na ‘casa’ de 6 ou na ‘casa’ de 12. Por que isso acontece? Ah, 12 é quando eu estou bombeando polpa, 6 quando é água. Não posso fazer análise destes casos juntos, tenho de separar.”

(AM – Belt do Dut-4)

- **Aprender a interpretar os resultados da ferramenta – o caso das correlações**

Ao realizar os primeiros tratamentos de dados, AM descartava correlações que não apresentassem excelente aderência. Segundo o treinamento que havia recebido, seriam aquelas com coeficiente de determinação³⁹ superior a 80%. À medida que amadurecia seu conhecimento dos dados, ele reviu esse conceito pois nenhuma análise realizada apresentava esse patamar de correlação. AM concluiu:

“Nossos processos, como eles são multivariáveis, não é uma coisa só que interfere. Então, o fato da correlação dar 30% quer dizer que aquela variável interfere 30% das vezes para meu problema ser explicável por ela. É relevante!”

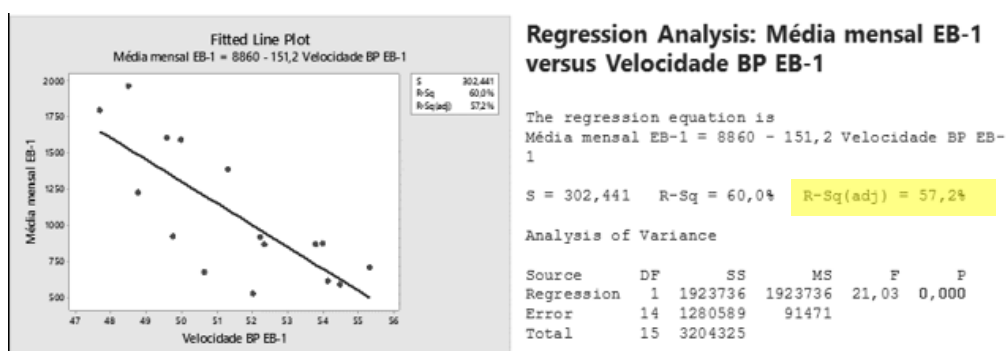
(AM – Belt do Dut-4)

Foi por intermédio de uma regressão linear não descartada (Figura 16) que AM chegou à conclusão de que a velocidade de bombeamento da polpa tinha a maior influência sobre a vida útil das bombas. Essa convicção foi iniciada na fase de mapeamento de processos, quando a velocidade de operação das bombas principais foi levantada como causa potencial pela equipe de operação do mineroduto, mas, depois, confirmada pelo uso de ferramentas estatísticas:

“Você olha aqui a regressão da velocidade, ela só está aumentando sabe? 57,2 de ‘r-ajustado’⁶¹...então é uma correlação importante. [apontando para o gráfico da Figura 16]”

(AM – Belt do Dut-4)

Figura 16 - Regressão linear com a variável "velocidade" na EB1



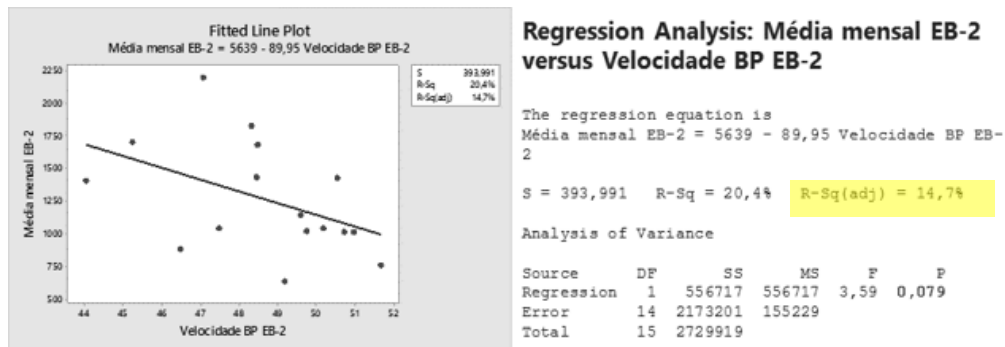
Fonte: Acervo da empresa

³⁹ Coeficiente de determinação, ou “R-ajustado”, indica, em uma análise de regressão linear, o quão confiável é o modelo de regressão na explicação da variabilidade nos dados.

AM comparou também a influência da variável em dois cenários de operação diferentes – na EB1 e na EB2 (Figura 17).

“Olha que na EB2 eu trabalho com a velocidade mais baixa, a sede/válvula lá dura mais... A velocidade tem uma interferência um pouco menor, tá vendo, o r-ajustado deu 14%. [apontando para o gráfico da Figura 17]”
(AM – Belt do projeto)

Figura 17 - Regressão linear com a variável "velocidade" na EB2



Fonte: Acervo da empresa

AM corroborou sua visão da “velocidade como causa-raiz” em uma visita técnica a uma empresa mineradora, que também opera um mineroduto (a mesma utilizada como referência de vida útil pelo gestor). Em uma conversa informal, afirmou:

“Estive na [outra empresa] na semana passada, e a engenheira de processos de lá fez um projeto parecido com o nosso. Ela aumentou a vida útil deles para 2600h (a nossa dura 800h). Só que isso ajudou a confirmar meu estudo. Eles operam lá com 29 strokes/minuto [movimentos de abertura e fechamento da válvula/minuto], a gente opera com 56. Então, a gente opera em velocidade muito mais alta.”

(AM – Belt do Dut-4)

A cada reunião, AM apresentava os resultados de análises estatísticas realizadas e enfrentava um desafio: convencer a equipe de suas descobertas. AM chama a atenção para a forma como o time frequentemente as contestava:

“Eu conversei muito com o time sobre isso. Eu dizia ‘cara, essa é minha convicção. Mas é importante que seja convicção do grupo’. Tanto é que o pessoal questionava muito: ‘Você usou média. Será que média é o melhor jeito mesmo?’”

(AM – Belt do Dut-4)

O trabalho de convencer o gestor foi mais difícil, mas eventualmente bem-sucedido:

“Até achei legal que, no início do trabalho, quando eu falava que era a velocidade, ele [o gerente] falava ‘não é isso, não é isso’. No final, ele já saiu falando para todo mundo que era... Ele até procurou, estudou sobre o desgaste por erosão, ele achou uma fórmula da engenharia mecânica que falava que era velocidade ao cubo. Ela faz o desgaste ser elevado ao cubo. Não sei a fórmula correta, mas não é uma coisa a se desprezar.”

(AM – Belt do Dut-4)

Observou-se que as hipóteses eram aceitas quando os membros da equipe as relacionavam com elementos de sua experiência. Por exemplo, em uma reunião, AM lançou mão de um argumento para convencê-los de que a alta velocidade de bombeamento era a causa-raiz da quebra prematura de conjuntos: o fato de que os conjuntos sede/válvula apresentavam maior vida útil na EB2 (onde a velocidade é menor). Um membro do time que atua na EB1 passou a concordar com o *belt*, afirmando que, de fato, a vida útil de conjuntos na EB1 sempre foi inferior à da EB2, complementando que, quando a EB1 atua com 8 ou 7 bombas, a vida útil “sobe”.

Esclareceu-se, em entrevista posterior com AM, que cada estação de bombas possui nove bombas, sendo projetada para oito bombas em operação e uma em manutenção. Quando uma bomba para, a velocidade de bombeamento nas demais deve ser incrementada a fim de manter uma vazão constante.

A partir deste momento, a proposição de AM de criar ações conjuntas com a equipe de manutenção para o aumento da disponibilidade física⁴⁰ das bombas foi aceita pelo time. Ele relata:

“A gente trouxe a manutenção para trabalhar com a gente. Então são ações mais macro, tá, que não são objeto do trabalho, mas a gente tá acompanhando de perto. Ele [o engenheiro da manutenção] me manda atualização deste plano direto e toda vez que entra uma ação nova a gente coloca aqui também.”

(AM – Belt do Dut-4)

Uma vez que as ações eram conduzidas pela equipe de manutenção, e apenas reportadas para a equipe do Dut-4, AM considerou que elas não eram “objeto do trabalho”. Contudo, elas eram, sim, as mais diretamente relacionadas à causa-raiz encontrada.

AM apresentou suas análises ao gestor da área, levantando todas as variáveis que demonstravam correlação com a vida útil da sede/válvula, além da velocidade. Todavia, percebeu-se que algumas delas causariam efeitos negativos se alteradas, impedindo a atuação sobre a variável levantada. AM deu um exemplo:

⁴⁰ A disponibilidade física é o indicador que aponta a proporção de tempo que um equipamento está disponível para exercer sua função, sem estar parado para manutenção ou outro motivo qualquer.

“Muitas das vezes davam uns dados, por exemplo, [a variável] ‘densidade’. Não tem jeito, eu tenho de trabalhar dentro do ‘range’⁴¹. Só que eu estou trabalhando muito perto, em 2,35. Toda vez que eu trabalho perto do 2,30, eu tenho um desgaste maior. Mas, se eu trabalhar mais baixo, corro risco de ter *plug* [interrupção de fluxo] no mineroduto. ‘Pô’, *plug* no mineroduto é muito pior que quebra de sede/válvula. Tem de balizar isso tudo também.”

(AM – Belt do Dut-4)

AM realizou análise do *trade-off* entre reduzir a densidade e o risco de interrupção de fluxo no mineroduto e propôs um novo intervalo para operação (valores mínimos e máximos de densidade). No entanto, as ações que possibilitariam a operação nesse intervalo demandariam a mudança de um parâmetro de operação da usina, conhecido como “percentual de partículas sólidas”:

“O que eu vi com R. [gerente] nessa fase foi o seguinte: eu não posso eliminar a [influência da] densidade, mas eu consigo trabalhar num range [amplitude de valores] mais baixo. Os estudos estão aqui mostrando, essa é uma coisa que a gente poderia agir e a gente não agiu. Apesar de ter a análise, a gente não agiu.”

(AM – Belt do Dut-4)

A dificuldade de atuar no processo ligado a outra estrutura funcional, a área de operação, nesse caso, dificultou a proposição e implementação de uma solução. A mesma dificuldade se apresentou no caso da concentração de sílica:

“Sílica, por exemplo. No início, a gente não estava trabalhando muito ela, mas o R. [gerente] já está sinalizando para a diretoria de operações que o material empobreceu demais [ficou com menor concentração de ferro, portanto, maior concentração de sílica]. A análise mostra, toda vez que a sílica aumenta, minha sede/válvula dura menos.”

(AM – Belt do Dut-4)

Em ambos os casos, a solução plausível foi considerada de “alto esforço”, pois era necessária atuação em um processo fora do mineroduto, o próprio beneficiamento de minério. Segundo AM, somente no ano seguinte à execução do projeto, as alterações foram propostas à Operação:

“Então era uma coisa que a gente não estava olhando muito, que era alto esforço para o alto impacto, e que o R. [gerente] está ‘levando para cima’ só agora [em 2017]...”

(AM – Belt do Dut-4)

⁴¹ “Range”: termo em inglês muito utilizado pelos *belts* da empresa, advinda da metodologia de controle estatístico de processos. Estar no “range” significa que o indicador medido para o processo está inserido entre os limites superior e inferior medidos para esse indicador, ou seja, o maior e o menor valor aceito para o processo.

4.2.1.4 Improve / Control – Resolvendo e Controlando o problema

O plano de ação, criado pela equipe do projeto na fase “Medir” – chamado anteriormente de *Quick-Win* –, permaneceu ativo ao longo de todo o ano de 2016, recebendo novas ações à medida que elas eram sugeridas pelo grupo.

Algumas ações visavam eliminar causas pontuais de quebra, por exemplo, a ação “Fabricar gabarito de poliuretano para checar desgaste / folga na bucha do batente”, atribuída a uma falha de inspeção que resultou em quebra de conjunto. Outras focavam o aprofundamento nas análises e nos testes em campo para determinação de impactos de velocidade – a variável que o grupo acredita ser sua “causa-raiz”. E ainda outras, propunham o estabelecimento ou a revisão de procedimentos operacionais, antecipando a fase “Controlar”, que prevê a criação de procedimentos que auxiliem na manutenção dos resultados obtidos.

Ao final de 2016, 58% das ações levantadas haviam sido concluídas, e o restante estava em andamento, com previsões de término em 2017. A mais importante dessas ações, segundo AM, para a conclusão de seu projeto é o teste que realizariam em campo para determinação de impactos de velocidade na EB2, onde a velocidade de bombeamento é menor.

“Nossa expectativa é que a sede/válvula lá dure muito mais. Apesar da gente ter a estatística, a gente quer comprovar real também.”

(AM – Belt do projeto)

Essa afirmação indica que uma experimentação em ambiente controlado poderia convencer mais que fatos, dados e gráficos.

4.2.1.5 Iniciativas paralelas

Ao mesmo tempo em que AM desenvolvia seu projeto *Lean Seis Sigma*, uma iniciativa paralela se desenrolava na área de operação do mineroduto: a *nacionalização*⁴² do conjunto sede-válvula.

Ao longo do acompanhamento, ações relacionadas ao desenvolvimento de fornecedores eram mencionadas pela equipe com frequência. O mesmo time que atuava no projeto *Dut-4*, com foco em aumento de vida útil do conjunto para redução de custo pela diminuição do número de trocas de conjunto, também era responsável por desenvolver e testar novos conjuntos com fornecedores locais, a fim de substituir

⁶² Nacionalização – Desenvolvimento de técnicas e peças com fornecedores brasileiros, de forma que possam atender à necessidade da empresa, diminuindo, assim, o custo com importação.

a fornecedora estrangeira que dominava o mercado e ditava os preços. AM se incomodava:

“[A nacionalização] era um trabalho realizado pelo time do mineroduto, foi acompanhado nas nossas reuniões, mas não era o objetivo do trabalho nosso, né? O objetivo do trabalho [o projeto LSS] era saber por que eu gastava tanto com troca de sede/válvula.”

(AM – Belt do Projeto)

Ao final do ano, vários conjuntos de diversos fornecedores foram utilizados, mas nenhum deles havia atingido a vida útil mínima esperada de 1.400 horas. Entretanto, o valor unitário das peças que forneciam era reduzido, o que levou a uma economia para a Gerência de Mineroduto (cerca de 7 milhões de reais no ano).

Além da nacionalização, outra iniciativa da equipe de suprimentos também focava na redução de custos: a renegociação do contrato de aquisição das peças com a fornecedora estrangeira. Segundo o novo contrato, a empresa faria todas as trocas necessárias ao longo do ano, a um preço fixo fechado (o valor do orçamento anual). AM, em setembro daquele ano, declarou:

“A equipe de Suprimentos está fazendo pressão para assinar este contrato. Eu acho que está fazendo pressão porque não conhece o trabalho [o projeto Dut-4] a fundo... conversei com ele [o representante da área de suprimentos]... E ele está acreditando. Ele disse: ‘Nossa, será que esse contrato é uma boa? Vocês estão tão confiantes que vai dar certo’... Eu acredito muito no que estamos fazendo, não é “achismo” não... De acordo com os dados que temos e as análises que fizemos, a gente está num caminho interessante.”

(AM – Belt do projeto)

A iniciativa de renegociação não avançou, pois existia uma expectativa de reduzir o número de trocas e/ou o valor unitário das peças a um patamar tal que o gasto fosse menor que o orçado, o que acabou não acontecendo.

4.2.2 Aumento da recuperação mássica

O programa “Aumento de recuperação mássica”, chamado Usi-0, é composto por três projetos desenvolvidos na usina de beneficiamento de minério, em 2016: Usi-2 (Otimizar balanço hídrico do beneficiamento), Usi-4 (Melhorar qualidade de água na usina) e Usi-6 (Reduzir teor de ferro no rejeito.).

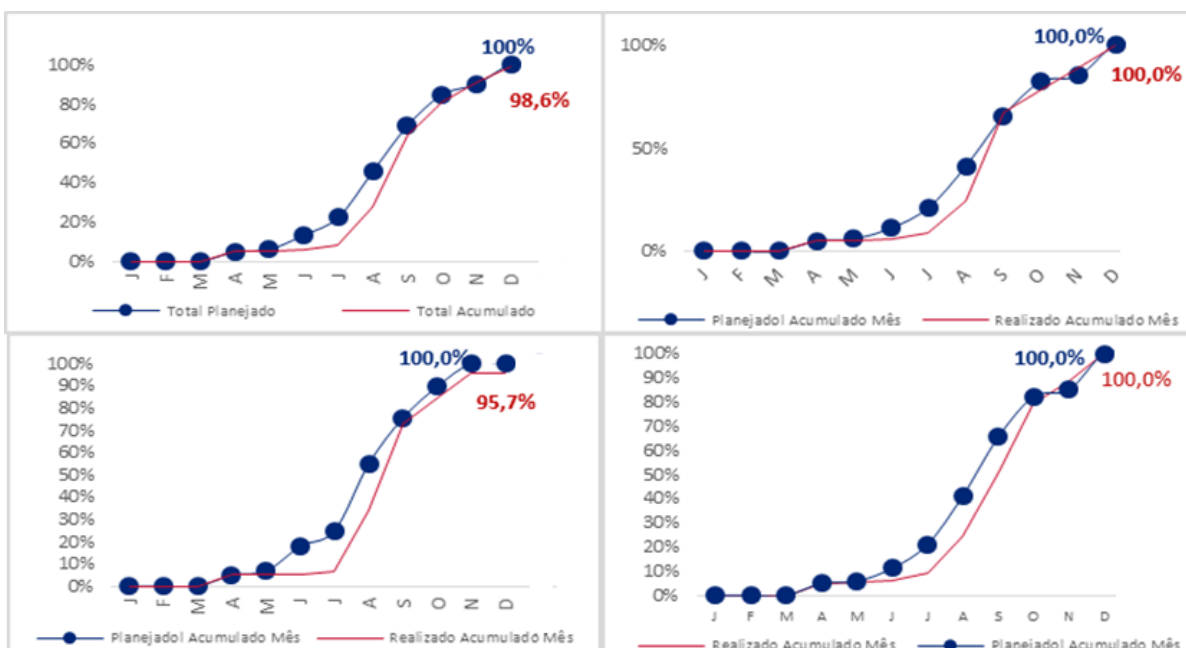
Esses projetos foram conduzidos por *belts* selecionados da área de Desenvolvimento de Processos, todos engenheiros especialistas em processos de usina. Um deles – HT, do Usi-4 – já era um *belt* certificado no momento da

nomeação; os demais – AP e LC, Usi-2 e Usi-6, respectivamente – foram treinados na metodologia e executaram seu primeiro trabalho. Todos têm cerca de 40 anos e mais de 10 anos de experiência na área de beneficiamento de minério. O programa recebeu indicação de uma especialista *black belt* da gerência de melhoria contínua para seu acompanhamento.

Destaca-se que, inicialmente, foram identificados quatro projetos para a usina. Um deles (Usi-3), porém, foi cancelado em agosto/2016. No relatório daquele mês, o especialista que acompanhava o programa declara: “Solicitado o cancelamento do projeto pelo patrocinador, devido a outras prioridades na moagem⁴³”. O engenheiro especialista, que era líder do projeto, desligou-se da empresa, não sendo possível entrevistá-lo sobre as referidas prioridades.

Para cada projeto foi elaborado um termo de abertura, com metas e cronogramas específicos de atingimento. Foi elaborado também um termo para o programa. Analisando as curvas ‘S’ de Usi-0, Usi-2, Usi-4 e Usi-6 (Figura 18), nota-se, que ao longo da execução dos mesmos, eles não demonstraram aderência ao planejado entre os meses de maio e novembro. Todos os projetos foram finalizados, exceto o Usi-4, que foi concluído em 2017.

Figura 18 - Curva "S" dos projetos Usi-0 / Usi-2 / Usi-4 / Usi-6



Fonte: Acervo da empresa

⁴³ Moagem – área da usina onde opera o moinho de bolas, equipamento responsável pela primeira cominuição a úmido do minério.

Em termos de resultados, a meta financeira foi atingida, sendo atribuído ao programa um ganho estimado de 9,4 milhões de reais. As metas de processo propostas (*KPI*) foram igualmente alcançadas (Quadro 7).

Quadro 7 - Resultados atingidos pelos projetos da usina

Projeto	KPI	Valor 2016	Meta	Valor 2017	Aderência
Usi-0	Recuperação mássica	39,88%	40,38%	40,81%	186%
Usi-2	Consumo específico de água na usina	1,23m ³ /tROM ⁴⁴	1,17m ³ /tROM	1,05m ³ /tROM	300%
Usi-4	Perdas na deslamagem	6,3%	5,7%	3,0%	556%
Usi-6	Razão de enriquecimento no rejeito	0,40%	0,38%	0,38%	100%

Fonte: Elaboração da autora

A fim de facilitar a compreensão dos resultados acima e do restante do processo, faz-se necessária uma breve explicação sobre o beneficiamento de minério de ferro utilizado na empresa.

Conforme exposto anteriormente neste capítulo, esse beneficiamento consiste na separação do produto de alto teor de ferro – ao qual chamamos “o concentrado” – do material sem valor econômico agregado – conhecido como “o rejeito”. Os processos de beneficiamento ocorrem a úmido, com um gasto elevado de água, que deve ser tratada e recirculada, minimizando impactos ao meio ambiente.

O material extraído da mina e britado passa pela *moagem*, que objetiva deixá-lo com baixa granulometria. O produto mais fino sai do moinho de bolas, seguindo para os hidrociclones, que realizam uma etapa de classificação do material chamada de *deslamagem*. O material mais denso – que contém mais ferro – escapa por baixo do hidrociclone, seguindo para um processo de concentração, chamado *flotação*. Na flotação, são adicionados reagentes químicos capazes de permitir a diferenciação de partículas minerais para promover maior concentração de ferro. O concentrado é bombeado para tanques espessadores, onde parte da água pode ser recuperada para ser reutilizada na usina e daí para as estações de bombas do mineroduto.

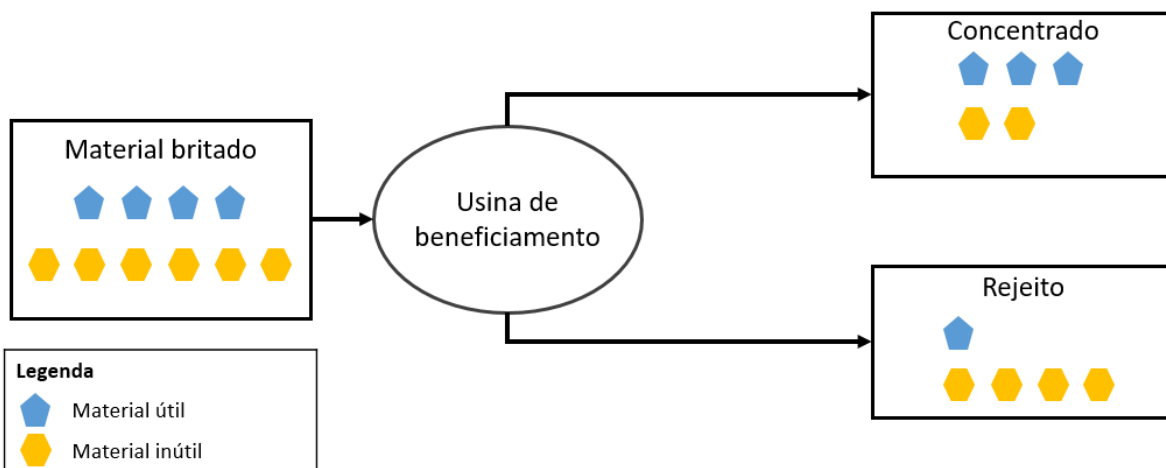
A ideia da recuperação em massa pode ser melhor compreendida com o esquema da Figura 19. O material britado do exemplo possui quatro partes de

⁴⁴ ROM – “Run of Mine” – sigla utilizada para nomear o material bruto, conforme extraído da mina, em seu estado natural.

material útil e seis partes de material inútil. Após passar pelo processo de beneficiamento, de um lado obtém-se o hipotético “Concentrado”, com três partes de material útil e apenas uma de material inútil. Do outro lado, obtém-se o hipotético “Rejeito”, com cinco partes de material inútil, mas ainda contendo uma parte de material útil.

Nesse caso, a *recuperação mássica* seria de 50%, pois 5 (de dez) partes foram recuperadas como concentrado. Observando o rejeito, podemos afirmar que 20% de sua massa é útil, perdida para uso econômico. Essa é a razão de *enriquecimento do rejeito*.

Figura 19 - Esquema do beneficiamento de minério de ferro



Fonte: *Elaboração da autora*

O projeto Usi-6 visava compreender e resolver causas de valores elevados de teor de ferro no rejeito da flotação. Diminuir a razão *de enriquecimento do rejeito*, ou seja, a quantidade de material útil que não é recuperada no processo de beneficiamento contribuiria para o aumento da recuperação mássica.

Os projetos Usi-2 e Usi-4 visavam garantir o recurso mais importante do beneficiamento a úmido de minério: a água que é utilizada em todas as fases de concentração. O Usi-2 atuava no estudo de causas para falhas de distribuição de água no circuito, que possuem grande impacto na estabilidade operacional da usina, ao passo que o Usi-4 detinha seu foco na qualidade da água recirculada para o processo, após utilizada.

Nas próximas seções, serão descritos os percursos dos *belts*, para melhorar seus processos, e, de maneira conjunta, a *recuperação mássica*.

4.2.2.1 Define – Definindo o problema

Ainda em 2015, os especialistas de melhoria contínua realizaram análises do desempenho de indicadores-chave de *performance* e das justificativas de problemas operacionais recorrentes no ano, para proposição de possíveis projetos para o portfólio de 2016. Após conversas com empregados das áreas de Operação de usina e Desenvolvimento de processos, os projetos foram priorizados, e as justificativas registradas nos termos de abertura de projeto são apresentadas no Quadro 8:

Quadro 8 - Projetos priorizados para a usina e suas justificativas

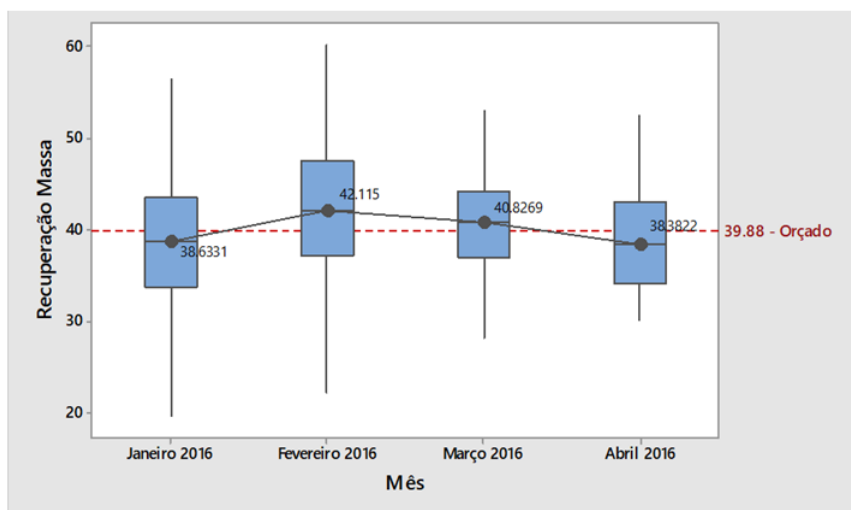
Projeto	Título	Justificativa do projeto descrita pelo belt em seu termo de abertura
Usi-2	Otimização do balanço hídrico do beneficiamento	“Necessária maior estabilidade operacional, então afetada pela má distribuição dos fluxos de água impactando na recuperação mássica.”
Usi-3	Redução da variabilidade da fração 0,15 mm da moagem primária	“Observa-se que a usina apresenta melhor <i>performance</i> quando trabalha com fração 0.15 mm na moagem primária acima da faixa de 12% a 15%. O projeto objetiva aumentar o tempo em que a usina atua nessa faixa, garantindo melhor seletividade do material na Flotação, aumentando a recuperação mássica.”
Usi-4	Melhoria de qualidade de água na usina	“No fim do último trimestre de 2015, ocorreu uma formação excessiva de espuma em algumas etapas do processo de tratamento de minério. Esse fato impactou negativamente o desempenho do concentrador, principalmente por transbordamento de polpa nas caixas da deslamagem e, conseqüentemente, perdas na recuperação mássica.”
Usi-6	Redução do teor de ferro no rejeito	“Valores elevados de teor de ferro no rejeito da flotação geram um enriquecimento médio do rejeito de 0,40 (entre janeiro e abril de 2016), resultando em valores abaixo do esperado de recuperação mássica.”

Fonte: Elaborado pela autora com base nos termos de referência de projeto

Os projetos foram selecionados para condução isolada, mas, uma vez que todos os resultados convergiam para o aumento da recuperação mássica, passaram a compor um programa para atingimento de uma meta específica desse indicador. Em entrevista, a especialista de melhoria contínua responsável pelo seu acompanhamento afirmou que a priorização de Usi-2, Usi-3, Usi-4 e Usi-6 para execução em 2016 foi devida ao seu impacto nos níveis de recuperação mássica,

condizente com um objetivo estratégico: “Atingir a média trimestral da **recuperação mássica** e **recuperação metalúrgica**, de acordo com o orçamento”⁴⁵. A meta do programa foi estabelecida conforme essa média, em 40,81%. Para tanto, a *black belt* utilizou uma análise *boxplot* dos três meses anteriores (Figura 20).

Figura 20 - Boxplot utilizado para definição de meta do Usi-0

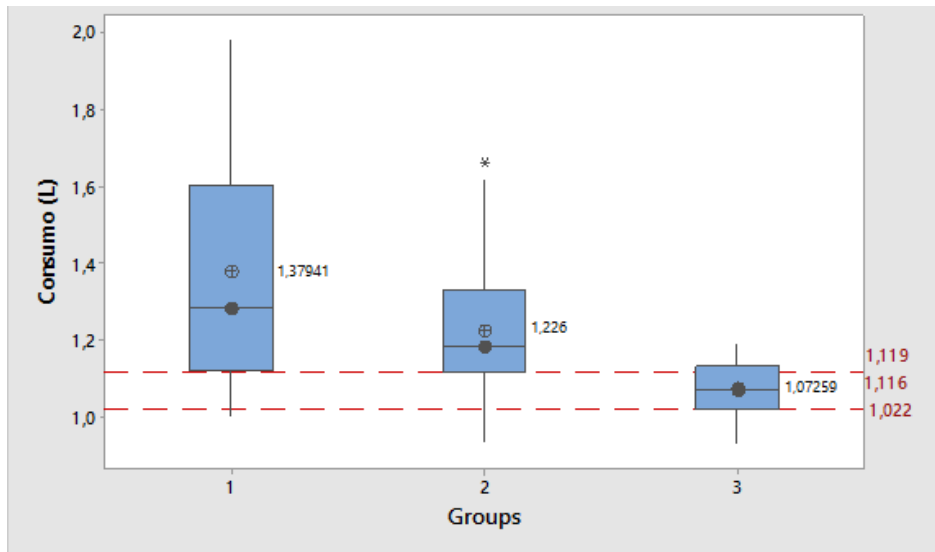


Fonte: Acervo da empresa

Para o projeto Usi-2, o *belt* AP realizou um levantamento do consumo de fevereiro a abril, percebendo três padrões distintos (Figura 21): de 01/janeiro a 07/fevereiro – consumo específico de água na usina de 1,38 m³/tROM; de 08/fevereiro a 03/abril – consumo específico de água na usina de 1,23 m³/tROM; de 04/abril a 23/abril – consumo específico de água na Usina de 1,07 m³/tROM. Propôs-se, em vista disso, estudar se a variação no consumo específico de água estava conforme as necessidades de processo ou se era devida a um descontrole operacional na planta de beneficiamento. Uma redução de 5% do consumo médio foi proposta.

⁴⁵ Frase retirada de relatório emitido no início de 2016 pela Diretoria Executiva.

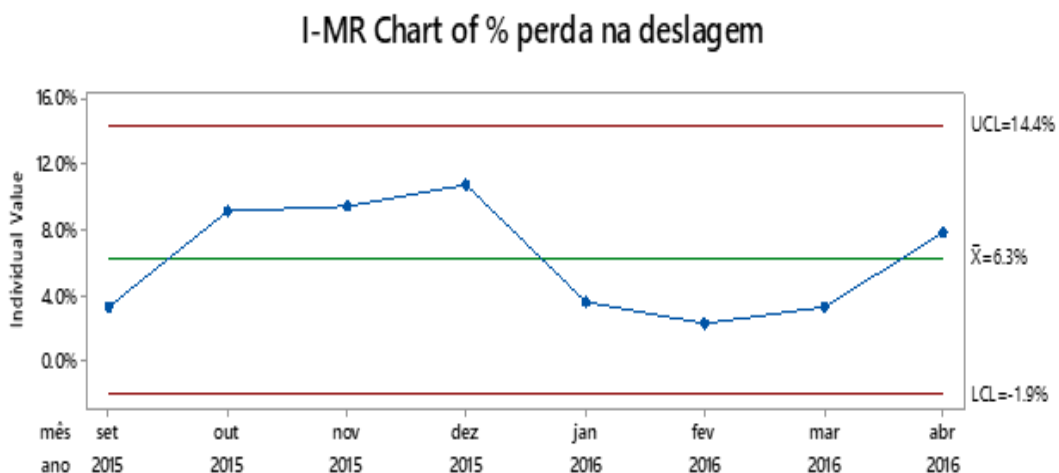
Figura 21 - Boxplot utilizado para definição de meta do Usi-2



Fonte: Acervo da empresa

Para o Usi-4, o *belt* LC foi acionado com o propósito de conduzir um projeto que detectasse motivos de formação de espuma no processo de flotação, pois foi observado *in loco* que a polpa de concentrado transbordava das caixas de deslamagem quando essa espuma se formava. Esse transbordamento causava perda de produto, portanto, perda de massa e redução da recuperação mássica. Objetivando definir uma meta, LC dispôs valores médios de perdas de material na deslamagem dos oito meses anteriores (Figura 22), propondo a redução de 10% dessas perdas.

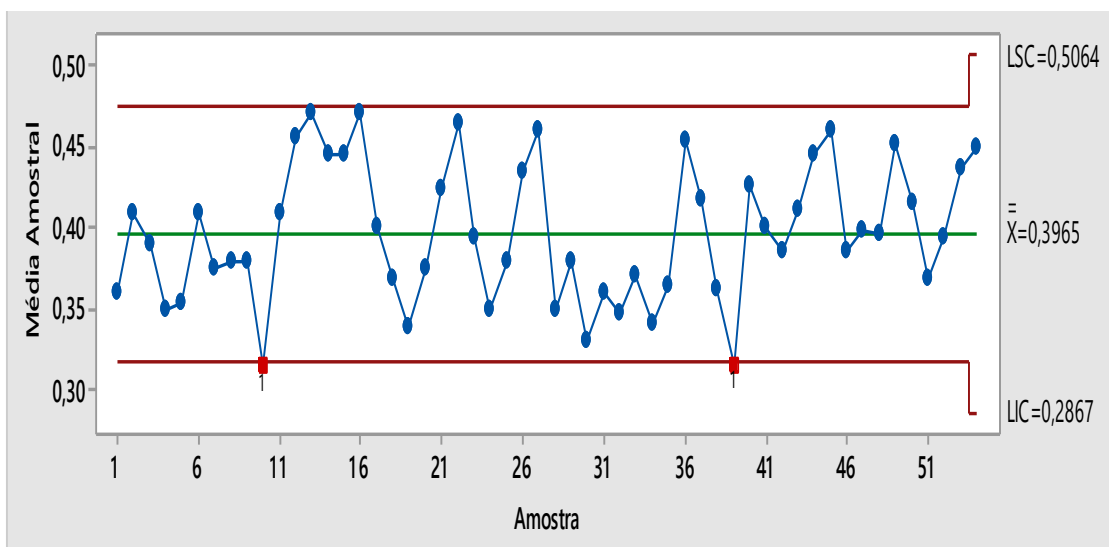
Figura 22 - Evolução do indicador "Perdas na deslamagem" utilizado na meta do projeto Usi-4



Fonte: Acervo da empresa

O projeto Usi-6 foi proposto pelos especialistas de melhoria contínua como forma direta de evitar desperdícios: diminuir o material útil perdido, ou seja, reduzir o teor de enriquecimento do ferro no rejeito. O *belt* HT, o mais experiente nas ferramentas do LSS, foi escolhido para a condução do Usi-6. Ele dispôs os valores das médias de enriquecimento do rejeito em um período de quatro meses (Figura 23), propondo a meta de redução de 5% de enriquecimento do rejeito.

Figura 23 - Evolução do indicador "Enriquecimento do Rejeito" utilizado na meta do Usi-6



Fonte: Acervo da empresa

Em todos os casos, observa-se que as metas estabelecidas se encontram dentro dos limites máximo e mínimo observados, mas os *belts* entrevistados não conseguiram esclarecer o referencial utilizado para a definição do exato valor (5 ou 10%, por exemplo).

Todas essas metas deveriam ser atingidas até dezembro de 2016, em cumprimento ao proposto na governança do programa de melhoria.

Em entrevista, a especialista *black belt*, responsável pelo programa, relatou que era fato conhecido a correspondência entre os problemas que os projetos buscavam resolver e o objetivo de aumento da recuperação mássica. Não havia, porém, correspondência nítida entre as metas individuais, estabelecidas para cada projeto, e seu efeito sobre o aumento de recuperação mássica. Em outras palavras, não foi possível definir, com clareza, se os percentuais de melhoria propostos seriam de fato capazes de levar a recuperação mássica ao patamar de 40,81%.

Uma vez definidos os contratos de projeto, as reuniões de equipe, que supostamente aconteceriam a cada semana, passaram a ser canceladas com frequência. Entre abril e julho, a especialista de melhoria contínua atuou estimulando os *belts* a retomarem a condução de projetos. Em seu relatório de progresso das iniciativas, teceu comentários como: “Mapa detalhado do processo 75% concluído”; “Iniciada definição das variáveis críticas”; “Reuniões não realizadas com assiduidade nem com participação do time definido previamente” e “Replanejamento das atividades não realizado”.

Em agosto, as reuniões foram retomadas. Evidenciou-se em campo que a atuação dos *belts* se alternava entre trabalho individual e reuniões com membros de sua equipe de projeto e com o especialista de melhoria contínua e os demais *belts* do programa. Nessas reuniões, acompanhadas pela pesquisadora, eles elucidavam dúvidas com o especialista *black belt* e relatavam seus avanços. Cada *belt* tinha a chance de contribuir ativamente para o desenvolvimento dos projetos dos demais, compartilhando informações, levantando causas e propondo, por vezes, ações pertinentes.

As próximas seções descreverão o avanço conjunto dos projetos, destacando suas diferenças de evolução apenas quando relevantes para a narrativa.

4.2.2.2 Measure – Mensurando o problema

Na fase “Medir”, nenhum dos três *belts* montou um plano de coleta de dados. Essa fase focou no conhecimento dos processos e no levantamento qualitativo de causas potenciais. Começando pelo SIPOC e pelo mapeamento do processo, foram identificadas variáveis relevantes (seus “x”), como causas potenciais de suas perdas nos indicadores-chave de *performance* (seus “y”). Observou-se que as reuniões iniciais eram praticamente conduzidas pela especialista *black belt*, mesmo para projetos cuja equipe já tinha mapeado processos anteriormente.

O preenchimento das variáveis relevantes para o processo foi feito pelos *belts*, individualmente, segundo sua experiência. Um deles imediatamente identificou e priorizou causas de seu problema, utilizando, para tanto, uma matriz causa e efeito. Essa matriz serviu de inspiração para outro *belt*, que procurou a especialista de melhoria contínua para esclarecer dúvidas sobre o modo de priorizar suas causas potenciais. O diálogo está transcrito no Quadro 9:

Quadro 9 - Diálogo ocorrido entre Black Belt e HT no dia 10/agosto/2016)

Responsável	Ação / Fala
Especialista de melhoria:	Mostra na tela do computador uma matriz de causa e efeito preenchida
Especialista de melhoria:	“Essa é a matriz do [BELT]. Para cada ‘x’ você dá uma importância”
Belt:	“Os ‘y’ estão classificados em importância? “
Especialista de melhoria:	“Não. Estes são os motivos que foram levantados em <i>brainstorm</i> para impacto no ‘Y’, que possui causas diversas. No caso dele, o que afeta diretamente a qualidade da água? ”
Belt:	“Lá na matriz dele ele levou somente os ‘x’ mais importantes?”
Especialista de melhoria:	“Sim, ele eliminou os que estavam fora de escopo. ”
Belt:	“Mas os fora escopo têm de aparecer...”
Especialista de melhoria:	“Podem aparecer como informação, mas você não irá atuar sobre eles. ”
Belt:	“Entendi, entendi...”
Especialista de melhoria:	Abre um mapa de processos com os ‘x’ e ‘y’ descritos em tabela em cada parte do processo.
Especialista de melhoria:	“Sempre que um ‘x’ aparece como influenciando um ‘y’, ele também está na matriz.” (apontou na matriz que ele está lá).
Belt:	“Beleza, entendi. Me manda esses materiais que eu vou avaliar. ”
Especialista de melhoria:	“Vou enviar este e outro material para auxiliá-lo. Mas tome cuidado com o que for tirar de escopo porque você pode acabar tirando algo importante. ”
Belt:	“Vou manter todos e só classificar em 1, 3 e 5. Acho esta parte mais complicada de fazer este trabalho sozinho, vou fazer com a equipe terça-feira. ”
Especialista de melhoria:	“É complicado mesmo, o [BELT] já fez e refez três vezes. ”

Fonte: Registro em áudio feito pela pesquisadora

Nesse diálogo, chama a atenção não só a forma como o trabalho dos *belts* é facilitado pela interação entre eles, promovida pela especialista de melhoria contínua, mas também a convicção relacionada à remoção de causas e/ou variáveis “fora de escopo”. Esse escopo é definido no contrato de projeto. Por exemplo, LC determinou, em seu termo de abertura, que seu escopo incluiria água advinda de “processos da usina (moagem até o espessador, incluindo o reservatório desse último, e água captada da barragem)” e excluiria “água nova captada no Rio do Peixe”. Sua lista de causas potenciais, que chegou inicialmente a 58 causas, eliminou cinco delas tendo em vista essa avaliação de escopo e classificou 21 com notas que variavam entre 1 (baixa relevância), 3 (média relevância) e 5 (alta relevância).

Para os demais projetos, apesar de o *belt* ter afirmado (Quadro 9) que faria, em seguida, uma priorização de causas e de seus relatórios finais apresentarem matrizes de priorização preenchidas, não foram registradas atividades dessa priorização nessa fase do processo. Elas ocorreram apenas posteriormente à proposição de ações. Um dos *belts* afirmou em uma reunião:

“Com base naquela lista de variáveis que a gente tinha identificado, o que que eu fiz: as variáveis que eu mostrei, a gente colocou 5 naquelas que a gente já está fazendo ação.”

(*Belt* de projeto – grifo da pesquisadora)

Essa fala demonstra que as ações foram escolhidas para causas já conhecidas e que a ferramenta foi preenchida apenas posteriormente, de forma a demonstrar “para inglês ver”, que havia sido utilizada conforme preconizado pela metodologia.

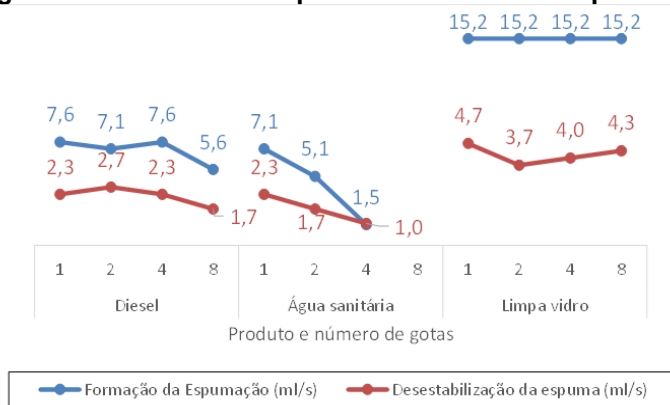
De qualquer forma, foram selecionadas variáveis para proposição de ações e para análise quantitativa, em um dos projetos.

4.2.2.3 Analyse – Analisando o problema

À definição de variáveis críticas seguir-se-ia, pelo método prescrito, a coleta de dados e a realização de análises estatísticas para definição de causa-raiz. Os dados referentes às variáveis de processo da usina estão disponíveis nos sistemas de medição *on-line* implementados pela empresa. No entanto, não foram observados esforços de análise usando ferramentas estatísticas em todos os projetos. Dois deles tão somente selecionaram causas potenciais para tratamento e propuseram ações para sua resolução.

Um dos projetos envolveu testes de laboratório, conhecidos como “testes de bancada”. Eles foram realizados para confirmar a correlação entre as variáveis selecionadas na fase “Medir” e os diferentes parâmetros. Um exemplo de teste foi aquele executado para verificação do efeito “antiespumante” de diferentes tipos de produto. Em seu relatório, o *belt* afirma que testou produtos como *diesel*, água sanitária e limpa-vidro, em diferentes concentrações (1, 2, 4 e 8 gotas adicionadas), medindo quanto de espuma se formava ou se desestabilizava em cada configuração. A Figura 24 demonstra que apenas no caso da água sanitária, representada no meio, a quantidade de espuma desestabilizada iguala-se à quantidade de espuma gerada, ou seja, a partir de quatro gotas a “espumação” cessa.

Figura 24 - Análise de produtos como antiespumante



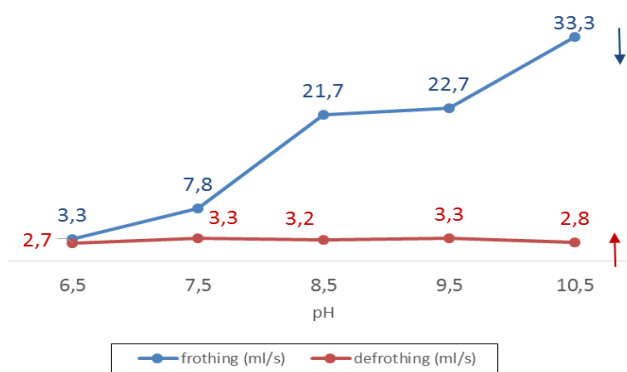
“Também foram avaliados diferentes antiespumantes. Somente a água sanitária (hipoclorito) apresentou resultados satisfatórios. Com uma superdosagem (8 gotas = ±1g/l), a espuma cessou completamente, mesmo em condições fortemente favoráveis para sua formação (aeração constante e alta concentração de amina).”

(Belt do projeto – retirado de relatório)

Fonte: Acervo da empresa

Observou-se que apesar das ferramentas utilizadas na fase “Medir” terem possibilitado o levantamento de variáveis que seriam foco dos testes de laboratório, o processo de realização desses levou ao levantamento de outras variáveis para teste, inclusive por meio de interações com especialistas no assunto, como um professor que atua como consultor na área (TP). Por exemplo, em um relatório, o *belt* afirma que após o teste com configurações de adição de CO₂ e pH, gostaria de testar também o controle de pH utilizando cal, no lugar da soda, que havia empregado no referido teste, e que, numa conversa com TP, havia aventado uma nova hipótese: existiria um “ponto ótimo” para a formação de espuma (Figura 25).

Figura 25 - Análise do efeito de CO₂ e pH na formação e desestabilização de espuma



“A adição de CO₂ e consequente abaixamento do pH diminuiu a formação de espuma. Depois de uma conversa com TP, fiquei com receio que pudesse ter um ponto ótimo e que a redução do pH para valores muito baixos pudesse estar ocasionando formação de espuma. Nesses testes usamos soda e CO₂ para regular o pH. A cal certamente terá um efeito diferente. Acho pertinente avaliarmos ela também, já que está sendo usada industrialmente no espessador.” (Belt do projeto – retirado de relatório)

46

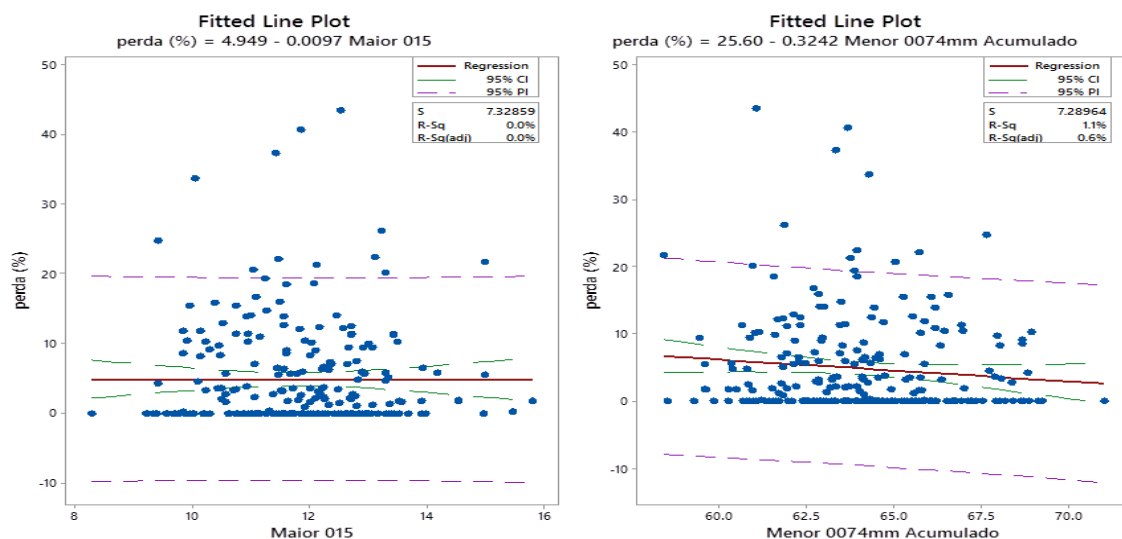
Fonte: Acervo da empresa

⁴⁶ *Frothing* indica a taxa de formação de espuma. Quanto maior, mais rapidamente a espuma atinge o volume de 1000 ml na proveta.

Defrothing indica taxa de desestabilização da espuma. Quanto maior, mais rapidamente a espuma diminui depois de cessada a aeração.

A ferramenta estatística mais complexa observada entre os projetos foi uma regressão linear, que possibilitou ao *belt* eliminar variáveis potenciais que não impactavam no desempenho de seu processo. Uma das hipóteses era que a granulometria⁴⁷ pudesse impactar a quantidade de material que era perdido na deslamagem. A Figura 26 demonstra uma regressão realizada, em cujos gráficos está representada a perda de material medida para cada composição granulométrica da polpa de concentrado. A concentração de material “Maior que 0.15mm” forneceu *r-ajustado* igual 0.0%, demonstrando ao *belt* que as variáveis apontavam correlação nula, e a concentração de material “Menor que 0.074mm” apontou *r-ajustado* de 0.6%, quase nula. Assim, o *belt* desconsiderou essas variáveis como causas possíveis de perda de material na deslamagem.

Figura 26 - Regressão linear – variável granulometria



Fonte: Acervo da empresa

As causas que foram levantadas pelos times, confirmadas ou não pela estatística, foram associadas a ações para sua resolução, com um plano de ação gerado para cada projeto.

⁴⁷ Granulometria é um indicador utilizado para apontar a distribuição das partículas dos materiais granulares entre várias dimensões. É expressa em termos de porcentagens acumuladas maiores ou menores do que cada uma das aberturas de uma série de peneiras, de medidas (em mm): 3,350; 2,360; 1,700; 1,180; 0,850; 0,600; 0,425; 0,300; 0,212; 0,150; 0,106; 0,075; 0,053; Fundo.

4.2.2.4 *Improve / Control – Resolvendo e controlando o problema*

O método preconiza que, para cada causa identificada como raiz do problema em questão – após levantamento de causas potenciais na fase “Medir” e confirmação de seu efeito sobre o problema, na fase “Analisar” –, seja proposta uma solução, cuja implementação dependerá de um plano de ação *5W x 1H*⁴⁸. No caso dos projetos da usina, observou-se que durante os meses que eram definidas causas para os problemas, algumas ações foram realizadas pelos times.

A principal evidência foi que, no mês de agosto, as reuniões concentraram-se em levantar causas, sem traçar planos de ação. Entretanto, em seu relatório de monitoramento e controle, emitido em agosto, o especialista de melhoria contínua afirma (grifo da pesquisadora): “Em andamento ações a serem vinculadas aos projetos no mês de setembro.”

Já em setembro de 2016, as planilhas de plano de ação passaram a ser preenchidas pelos *belts*, em grande parte com ações que já haviam sido implementadas pela equipe. Desse modo, os planos gerados estavam quase totalmente concluídos. Além desse fato, várias evidências de que elas foram determinadas e/ou executadas antes do levantamento de causas possíveis foram coletadas. Em uma reunião, quando questionado sobre a maneira pela qual poderia tratar uma causa levantada, um *belt* afirmou: “Pode colocar [como ação no plano] a amostragem que a gente está fazendo semanalmente”. Uma ação já em andamento. Em um determinado momento, outro *belt* apresentou uma lista de ações que ele havia registrado no seu plano, afirmando: “Tem essas ações que eu coloquei aqui, muitas são relacionadas com variáveis que a gente está acompanhando diariamente na reunião, a ação é definir os parâmetros e divulgar para a operação”. O especialista de melhoria contínua então perguntou: “Se já está definido que é assim, entrou no plano ‘concluída’?” Ao que o *belt* respondeu: “É, ela já entrou na rotina, está realizada.”

Em outra ocasião, um dos *belts* relatou que o motivo de terem feito “tantas ações” foi que elas eram executadas pela equipe interna à gerência, como parte de sua rotina, mas não necessariamente porque a ação fosse específica de um projeto:

⁴⁸ *5W x 1H* é um plano que define, por ação: What (o que) – o que deve ser feito, ou seja, que ação deve ser realizada; Who (quem) – quem será o responsável pela realização da ação; When (quando) – qual o prazo para a realização dessa ação; Where (onde): local ou setor da realização dessa ação; Why (o porquê) – o propósito da realização dessa ação; How (como) – de que forma a ação será realizada.

“O que que a gente fez: ficou praticamente gente só da gerência ‘né’? Todas as ações que estão aí foram com eles. Até talvez não saibam que isso seja vinculado a um projeto Seis Sigma, mas que está acontecendo um ‘trem’ e eles têm de fazer, sabem.”

(Belt do projeto)

Em outubro, um dos planos de ação já havia sido concluído, ao passo que os outros dois estavam em andamento. Ainda assim, os líderes empreendiam esforços para realizar/registrar outras ações:

“Eu acho que vai sair mais coisa. Tem de parar, pensar e rever esse trem aí. Inserir mais linhas também. Porque tem mais coisa. Se pensar direitinho sai mais coisa.”

(Belt do projeto)

Entre as ações que foram levantadas mas não foram concluídas ao final do ano, uma dificuldade observada foi a determinação de prazos de execução por outras áreas da companhia, por exemplo, a conclusão de uma contratação pela equipe de Suprimentos. Outra foi a limitação orçamentária, seja para ações que demandariam investimentos, seja pelo corte não previsto de verbas para os processos em andamento. Por exemplo, um dos projetos estipulava como ação o aumento de frequência de amostragem do produto. Em uma reunião, porém, o *belt* do projeto demonstrou preocupação:

“Difícil vai ser se o diretor cortar essa amostragem, ‘né’? A frequência já vai diminuir, ao invés de aumentar. Ele já sinalizou que o custo está alto, ‘né’?”

(Belt do projeto)

Em outra ocasião, os líderes discutiram uma ação que seria beneficiada por uma adaptação em um equipamento, para a qual eles solicitariam transferência de fundos para a gerência de operação de usina. Chama a atenção o fato de que os três projetos estabeleceram, em seus contratos iniciais, que não necessitariam de investimentos financeiros. A ação não foi concluída:

“Isso impacta meu projeto, mas tem de ter dinheiro, investimento. Então a gente vai pra [gerência de] Operação, pedir dinheiro [...] fizemos a parte de projeto e avaliação. É simples, mas qualquer coisa que mexer ali fica caro.”

(Belt do projeto)

Ao final do ano, conforme exposto, os indicadores melhoraram. Esse resultado parece ter sido auxiliado pelo uso de algumas ferramentas previstas no método *LSS* e pelo estímulo e motivação da área de melhoria contínua. Observou-se, porém, que grande parte do processo de definição de causas e ações foi realizado utilizando-se estratégias que extrapolavam o método. Essas causas não

eram descobertas através do uso das ferramentas, mas, sim, conhecidas previamente. Foi grande o esforço empreendido pelos *belts* para fazer com que essas descobertas se encaixassem no procedimental previsto pelo programa. À medida que o final do ano se aproximava, os *belts* passaram a buscar evidências que demonstrassem a utilização do método. Um deles afirmou:

“Eu puxei coisas de corpo do *e-mail*... Umas ações que a gente sabia que não teria efeito nenhum, mas que era fácil de evidenciar, mandei.”
(Belt do projeto)

Na tentativa de demonstrar que havia executado várias ações diferentes no alcance do resultado, evidências da utilização do método eram reunidas para apresentação no evento de melhoria contínua. Outro *belt* declarou:

“Tenho algumas evidências, algumas análises, eu vou tentar colocar tudo neste arquivo. Porque acaba que, no final do ano, tem aquele evento lá e pode ser que alguma coisa será interessante mostrar, se quisermos participar tem de ter as evidências, [...] tem de ir juntando tudo, o histórico do que foi feito...”
(Belt do projeto)

Reitera-se que os projetos da usina atingiram os resultados propostos para os mesmos, o que demonstra que a adaptação ou encaixe de seu *modus operandi* ao método proposto pelo programa não seria prejudicial. Do contrário, parece ter sido a forma encontrada para fazer o melhor trabalho possível, com os recursos e conhecimentos disponíveis.

Uma vez que foram apresentados casos bem e malsucedidos, um panorama dos resultados do programa será fornecida na próxima seção.

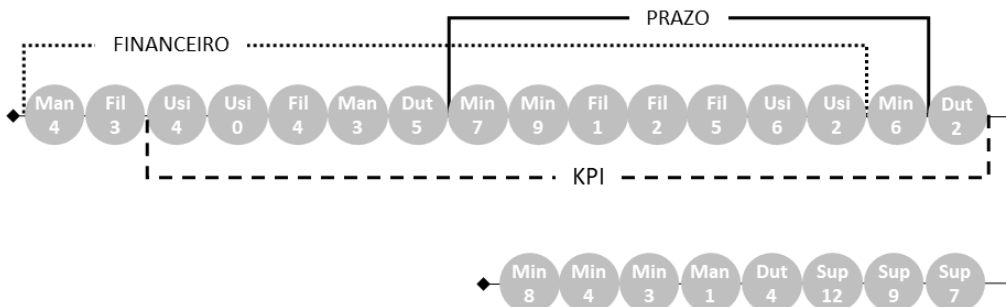
4.3 Quais objetivos atinge o programa implementado na empresa?

Os casos do mineroduto e da usina nos permitiram vislumbrar a execução de projetos bem e malsucedidos, segundo a visão estabelecida na governança do programa. Para ela, o “projeto bem-sucedido” é aquele que **melhora o desempenho de seu processo e traz ganhos financeiros, em um ano ou menos**. Esta seção apresentará a avaliação dos 24 projetos segundo os critérios estabelecidos pelo programa.

A Figura 27 apresenta a sua distribuição segundo os três critérios de sucesso supracitados: melhoria de seu processo, representada pelo atingimento da meta de

projeto (KPI); ganhos financeiros, representados pelo atingimento da meta financeira e a conclusão anual (prazo).

Figura 27 - Distribuição do portfólio de 2016 conforme atingimento de critérios de sucesso



Fonte: Elaboração da autora com informações do acervo da empresa

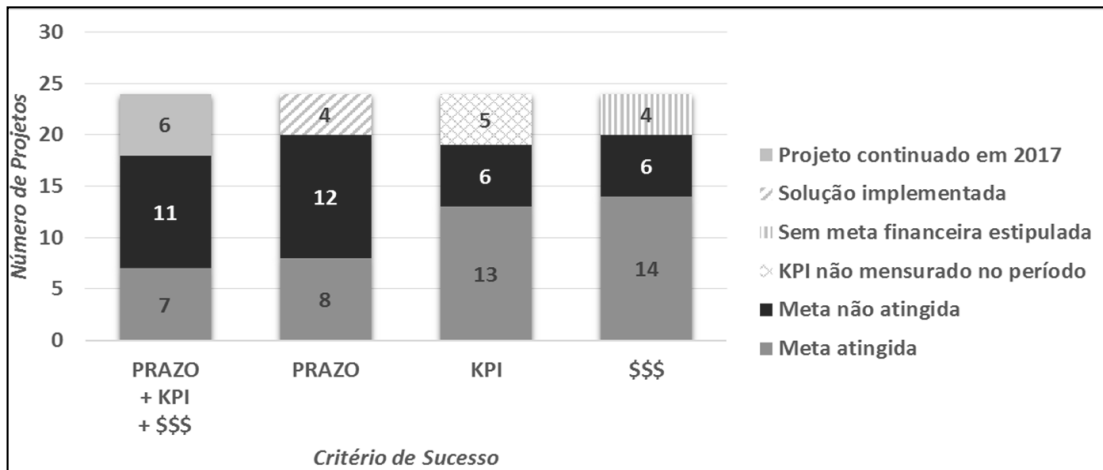
Observa-se que, ao final de 2016, oito projetos não atingiram nenhum dos objetivos propostos – sendo que três deles foram cancelados no transcorrer do ano. Eles estão representados à direita e abaixo da Figura 27. No meio da figura, englobados pelos três colchetes e na interseção entre eles, estão os sete projetos que atingiram todos os objetivos.

Cinco projetos atingiram suas metas de processo e financeiras, mas não foram concluídos em 2016. Somando-se a esses aqueles que atingiram todos os objetivos, podemos afirmar que, do portfólio total de 24 projetos, apenas a metade cumpriu a proposta de aprimorar seus processos – atingir sua meta de KPI – e proporcionar ganhos financeiros para a empresa.

Oito projetos foram concluídos em 2016, mas um deles não cumpriu sua meta financeira. O Min-6, representado na Figura 27 no encontro entre 'KPI' e 'Prazo', implementou soluções que foram capazes de melhorar seu processo (seu KPI superou a meta em 22%), mas que não proporcionaram ganhos financeiros acima da meta estipulada. Mesmo assim, esse projeto foi considerado finalizado. Segundo o especialista de melhoria contínua, decidiu-se que o processo em questão foi impactado, em termos de custo, por variáveis fora do escopo definido para o projeto.

A Figura 28 traz outros pontos de vista em relação a cada critério de sucesso, avaliando o desempenho dos 24 projetos em relação a cada critério e apresentando diferentes cenários para aqueles que não atingiram suas metas de prazo, financeiras ou de processo.

Figura 28 - Desempenho do portfólio em 2016



Fonte: Elaboração da autora com informações do acervo da empresa

A segunda coluna na Figura 28 informa que oito projetos foram concluídos no ano de 2016 e divide os dezesseis não concluídos em dois grupos: aqueles que não foram concluídos, mas implementaram uma solução (quatro projetos) e os que não conseguiram fazê-lo (doze projetos). Observou-se, em campo, que os quatro projetos que implementaram uma solução, mas que não foram concluídos em 2016, não completaram ações relativas à última fase prevista pelo método *DMAIC*, a fase “Controlar”. A fim de elucidar as ações inerentes à fase “Controlar”, o Quadro 10 demonstra ações do cronograma-padrão de projeto, utilizado pelos especialistas de melhoria contínua como referência para a confecção dos contratos de projeto:

Quadro 10 - Ações da fase "Controlar"

NOME DA TAREFA	DESCRIÇÃO
PLANO DE CONTROLE FMEA ⁴⁹	Atribui uma ação de monitoramento a cada solução implementada. Lista falhas potenciais e propõe-se ações de mitigação a cada uma.
PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	Revisa os procedimentos operacionais do processo antes da solução implementada e treina os executantes na nova forma de execução.
GANHOS DO PROJETO	Levanta ganhos do projeto (quantitativos e qualitativos), com validação da gerência de orçamento.
PERPETUAÇÃO PARA A ROTINA	Realiza visitas/auditorias ao processo a fim de verificar seu alinhamento à nova solução implementada.
TRANSIÇÃO PARA OPERAÇÃO	Formaliza a entrega da operação da solução ao "Dono do Processo".
LIÇÕES APRENDIDAS	Lista as lições aprendidas do projeto em reunião entre equipe de projeto e especialista de melhoria contínua.
REPLICAÇÃO DA MELHORIA	Verifica se a solução implementada atende a processos semelhantes, como forma de maximizar o retorno do projeto.
MEMÓRIA TÉCNICA	Garante que todas as evidências do projeto estão arquivadas de forma a garantir sua perenidade.

Fonte: Acervo da empresa / Coluna ‘Descrição’ em elaboração própria

⁴⁹ FMEA - Failure Mode and Effects Analysis (em português, análise dos modos de falha)

As ações previstas na fase “Controlar” deixam claro seu objetivo: padronizar as alterações e garantir que as melhorias alcançadas sejam mantidas a longo prazo (segundo a governança do programa, por, no mínimo, três meses). Uma tendência observada no desenvolvimento dos projetos é que, após a implementação da solução e obtenção de resultados, essa fase é abandonada. Em entrevista com um *belt*, ele a classificou como “burocrática”, uma alusão à tendência ritualística de executar procedimentos previstos, sem que se perceba ganho associado a eles.

Destaca-se que a baixa aderência a essa fase cria uma situação perturbadora para os especialistas de melhoria contínua, pois os projetos não são considerados concluídos sem a sua execução. Os especialistas, uma vez que são corresponsáveis pela conclusão dos projetos, possuem como meta de desempenho o indicador “*nº de projetos concluídos no ano*”. Projetos não concluídos são um elemento de tensão para esses profissionais.

Um segundo olhar sobre a questão do prazo é a continuidade dos projetos. Se o ano acaba e o projeto não está finalizado, ele prossegue sendo executado ou a rigidez da regra de prazo impede sua continuidade? Na primeira coluna do gráfico representado na Figura 28, observa-se que tão somente seis projetos não concluídos em 2016 foram continuados em 2017 (representados em cinza). Onze foram descontinuados apesar de não terem atingido seus objetivos. Caso seguissem ininterruptos, estes poderiam avançar até cumprir o(s) requisito(s) pendente(s) ou enfrentar dificuldades que impossibilitariam sua evolução. Fato é que o ciclo anual, nesses casos, atuou como um bloqueio a essa possibilidade, prejudicando o atingimento de objetivos considerados estratégicos pela empresa.

Retomando a análise da Figura 28, agora com o foco na terceira coluna, que representa a meta de processo, *KPI*, observa-se que, em 2016, do total de 24 projetos desenvolvidos, 13 foram bem-sucedidos neste quesito. Do total de 11 projetos restantes, cinco deles, representados em xadrez, não puderam ter seu indicador mensurado no período, pela falta de equipamentos capazes de efetuar medições confiáveis, e seis deles tiveram desempenho aquém do estimado em seus contratos.

Desses últimos, quatro obtiveram melhorias em seus indicadores, sem chegar ao patamar estabelecido para atingimento em um ano. Os projetos foram interrompidos, e pode-se inferir que a rigidez da regra de ciclo anual impossibilitou que eles fossem considerados “bem-sucedidos”.

A Figura 28 traz ainda uma coluna referente ao atingimento da meta financeira. 14 projetos foram bem-sucedidos segundo esse critério. Dos 10 projetos restantes, quatro não possuíam ganhos financeiros atrelados a eles. Em entrevistas com *belts* e especialistas de melhoria contínua, constatou-se que dos seis projetos que não atingiram sua meta financeira dois deles foram cancelados ao longo do ano (Min-4 e Sup-12, devido à baixa priorização por parte do líder de projeto, com demandas concorrentes de sua rotina). Os demais apresentam padrões diferentes entre si, que relatados a seguir:

- O projeto Dut-4 (descrito na seção 4.2.1) teve ações executadas que não possibilitaram a melhoria do desempenho do *KPI* associado a ele. Esse fato não permitiu que ganhos fossem associados ao Dut-4, apesar de o processo de operação de mineroduto ter apresentado redução de custos, resultado de uma iniciativa de melhoria paralela acompanhada pelo *belt*.
- Os *belts* dos projetos Min-3 e Min-8 desenvolveram análises estatísticas e chegaram a propor algumas ações de melhoria, mas seu plano de ação não foi finalizado. Atribuíram esse “abandono” ao fato de que ações isoladas na gerência, não contempladas no escopo dos projetos, levaram seus *KPI* a apresentar melhorias (43% e 84% de aderência à meta, respectivamente). A resolução do problema, somada às demandas concorrentes dos líderes de projeto, levou a sua despriorização pela equipe. Os projetos foram descontinuados ao final do ano, sem ganhos financeiros atrelados.
- O *belt* do Min-6 fez uso das ferramentas qualitativas do *LSS* e conseguiu atingir a meta de processo (seu *KPI* atingiu 122% de aderência), mas a melhoria deste indicador não significou a economia estimada pelo *belt*, atingindo apenas 14% de aderência financeira (20 mil contra 140 mil reais estimados como meta). O *belt* atribuiu essa diferença a “outras variáveis do processo”.

Em resumo, do portfólio total de projetos, cerca de um terço cumpriu em totalidade os requisitos, um terço não chegou a cumprir qualquer requisito e os demais se distribuíram em atendimento parcial aos critérios de sucesso.

5 PROGRAMAS DE MELHORIA CONTÍNUA: MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS?

O estudo empírico, descrito no capítulo anterior, demonstrou a atuação de indivíduos aos quais foi solicitada a utilização de uma metodologia predefinida para aprimorar rapidamente um processo produtivo. A referida metodologia – o *Lean Seis Sigma* – implica a utilização de um método analítico de resolução de problemas – o *DMAIC* – pelo líder de projeto e sua equipe.

A análise dos resultados de 2016 aponta que menos de um terço dos projetos obteve sucesso nos critérios⁵⁰ propostos pela empresa – atingir melhoria do indicador de *performance* de processo e obter ganhos financeiros, em menos de um ano. Uma hipótese para explicar esse desempenho – defendida pelos especialistas da gerência de melhoria contínua – é a de que nem todos os projetos utilizaram o método: os bem-sucedidos foram executados utilizando o método; os malsucedidos não o utilizaram. Sobre essa possibilidade, a observação dos projetos no âmbito do programa permite afirmar que nenhum deles se absteve totalmente de utilizar o método proposto, assim, não pode ser verdadeira a afirmação de que um insucesso seria devido à não utilização do *DMAIC*.

Uma outra hipótese é elaborada pelos indivíduos que conduzem o programa: já que todos os projetos utilizaram (ou tentaram utilizar) o método, os bem-sucedidos aplicaram bem o método, e os malsucedidos aplicaram mal o método. Destaca-se que, “aplicar bem” ou “aplicar mal” refere-se à utilização das ferramentas conforme preconiza a metodologia, no limite em que essa pode ser explicitada em regras claras para aplicação por diferentes empregados, em situações diversas.

Sem desejar que esse trabalho avance em julgamentos precipitados de uso correto ou errado, a seção seguinte retorna ao portfólio observado em 2016, aprofundando-se na hipótese supracitada a fim de afirmar que, entre as iniciativas inseridas no programa *Lean Seis Sigma*, existem aquelas que buscam, de fato, utilizar a metodologia e aquelas para as quais metodologia tem um “**uso encaixado**”.

⁵⁰ PINCH e COLLINS, (2010) discutiram a ideia de “critérios de sucesso” ao analisar o caso do míssil antibalístico Patriot na Guerra do Golfo. Segundo sua análise, critérios de sucesso podem ser interpretados como parâmetros definidos socialmente, cuja qualidade (bom ou ruim) pode alterar-se segundo a perspectiva do grupo que envolvido na prática tecnológica em questão.

5.1 O uso encaixado

A expressão “*uso encaixado*” é proposta nesta dissertação a fim de identificar os projetos para os quais a observação de seus atores em situação revela soluções que não foram obtidas através do uso de ferramentas previstas pelo *DMAIC*. Nesses casos, as descobertas são posteriormente formalizadas a fim de demonstrar que os resultados foram alcançados através do método, de forma semelhante ao comportamento “para inglês ver”, descrito por Caldas e Wood (1998).⁵¹ Nos projetos observados na empresa, essa prática é quase todo o tempo utilizada como uma estratégia no avanço rumo a uma causa/solução previamente conhecida ou estimada. Os passos propostos pelo *DMAIC*, em tais casos, seriam desnecessários. Entretanto, no contexto formado pelo programa de melhoria contínua implementado pela empresa, projetos que não seguem o procedimento não seriam considerados válidos. Desse modo, pode-se afirmar que a proposição do programa pode induzir os empregados a tal comportamento, ritualístico mas vazio em significado, um comportamento que se torna a única forma de conseguir implementar as soluções nas quais eles acreditam.

O *uso encaixado* é comum na empresa observada. A Figura 29 apresenta o mesmo portfólio acompanhado e demonstrado na Figura 27, indicando se fizeram uso **efetivo (em cinza)** ou **encaixado (em preto)** da metodologia proposta pelo programa. Nota-se que dos 24 projetos do portfólio a metade deles utilizou efetivamente a metodologia proposta; a outra metade fez *uso encaixado*.⁵²

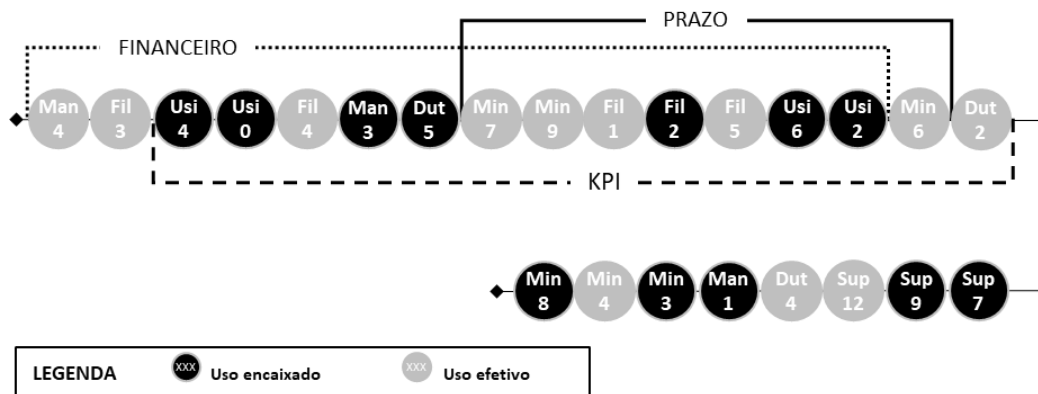
Adianta-se que, ao contrário do que afirmam aqueles que defendem a hipótese de que a metodologia “mal utilizada” conduz ao insucesso, o *uso encaixado* levou, mais frequentemente, a sucessos. Conforme apresenta a Figura 29, que pretende explicitar a relação do *uso encaixado* com os critérios de sucesso propostos pela empresa, existe uma boa distribuição entre projetos que atenderam

⁵¹ O comportamento “para inglês ver” “[...] consiste em adotar de forma temporária e/ou parcial a tecnologia em questão para aplacar as pressões de adoção sem, no entanto, realizar mudanças substanciais ou ferir aquilo que se considera intocável no *status quo*.” (CALDAS e WOOD 1998, p.13)

⁵² Cabe esclarecer que a afirmação de que um projeto fez uso efetivo da metodologia não quer dizer que ele não a adaptou em algum momento. Esse uso é caracterizado pela utilização da sequência executiva e das ferramentas propostas, em linhas gerais. Um segundo esclarecimento necessário recai sobre o termo “efetivo”: ele pretende descrever que a metodologia teve um uso concreto e não deve ser entendido no sentido de “eficiente”, pois existiram casos em que se buscou a utilização do método, mas as expectativas do projeto não foram atendidas. Em três casos, nenhum critério de sucesso foi superado; em cinco, algum critério deixou de ser atingido, segundo a Figura 29. O uso do método, nesses casos, apesar de efetivo, não foi eficiente.

ou não às expectativas do programa, sendo que dos 12 projetos com *uso encaixado*, sete foram bem-sucedidos em um ou mais critérios.

Figura 29 - Distribuição do portfólio segundo atingimento de critérios de sucesso e uso da metodologia



Fonte: Elaboração da autora

Voltando-se o foco para os oito projetos que não atingiram qualquer critério de sucesso, representados abaixo e à direita da Figura 29, observa-se que cinco deles não utilizaram a metodologia de forma efetiva. A hipótese de que a metodologia mal aplicada levaria ao insucesso poderia ser defendida por esse argumento, não fosse o sucesso obtido por três dos sete projetos, que cumpriram suas metas nos três requisitos, através do *uso encaixado*. Ademais, 80% dos bem-sucedidos em termos de *KPI* e financeiro, mas que excederam o período de um ano de execução, fizeram *uso encaixado* do *DMAIC*.

Em suma, os dados coletados não revelam uma relação positiva entre o sucesso de um projeto e o uso do método, o que torna válida uma terceira possível explicação: a de que o método *DMAIC não é aplicável a qualquer caso*.

A tentativa de “encaixar” a melhoria em um formato predefinido de resolução de problemas pode ter muitas causas. Este capítulo buscará demonstrar que a principal delas deriva da discrepância do incentivo ao uso de abordagens essencialmente *analíticas*, em formato de resolução de problemas, em detrimento das *interpretativas*, às quais os profissionais recorrem apenas de forma inconsciente e com esforços contínuos de desmerecimento das conclusões obtidas de forma não analítica.

Lester e Piore afirmam que os principais dificultadores para a aceitação do processo interpretativo como perspectiva a ser adotada em empresas são (1) o

ambiente competitivo no qual elas estão inseridas, que tende a fazer prevalecer a análise sobre a criatividade; (2) e a formação do engenheiro, na qual predomina a perspectiva analítica, que dissemina métodos baseados na resolução de problemas. Os autores descrevem esses métodos:

"Os futuros praticantes devem começar por fazer uma clara distinção entre fins e meios – entre o objetivo que estão tentando alcançar e os recursos disponíveis para alcançá-lo. O próximo passo é especificar um modelo causal que conecte os meios às extremidades. Finalmente, eles são ensinados a otimizar – isto é, a resolver o modelo causal, de modo a maximizar o grau em que o objetivo é alcançado, tendo em vista os constrangimentos dos recursos."

(LESTER e PIORE, 2004, p.37)

Os casos descritos no capítulo anterior demonstram que os *belts* e os especialistas de melhoria contínua, atuantes no programa *Lean Seis Sigma* implementado, são tendenciosos em direção à abordagem analítica e também que essas pessoas estiveram envolvidas ativamente em processos interpretativos ao longo do desenvolvimento de seus projetos, mesmo que tivessem dificuldade ou receio de descrevê-los como tal.

Em especial, o desenvolvimento dos projetos da usina, através do *uso encaixado* da metodologia, demonstra que formas não analíticas de construção de problemas não apenas podem conduzir a sucessos, mas também tornam evidente o incômodo dos engenheiros da área em apresentar conclusões que não pudessem evidenciar como fundamentadas em "*fatos e dados*". O *uso encaixado* surge não como má-fé ou fraude: os profissionais que *encaixaram* seus projetos na metodologia analisaram dados e situações, conversaram sobre desvios encontrados, avaliaram seu entorno e contexto, tomando, por fim, importantes decisões que melhoraram seus processos. Não obstante, tiveram de encontrar uma maneira de validar essas decisões em um mercado que ratifica e estimula, com muito mais frequência, o pensamento analítico.

Nas próximas seções, dificuldades observadas no estudo empírico serão analisadas sob esta ótica: Por que o modelo analítico falha em atender à demanda da empresa e quais estratégias interpretativas foram utilizadas e poderiam ser melhor exploradas - sem serem consideradas inferiores às analíticas.

5.2 Um método simples para problemas complexos?

“Nosso instrutor da turma de *Green Belts* falou [...] que às vezes a gente faz as análises [...] e só porque a estatística disse, acha que são verdades absolutas e devem ser aplicadas. No final das contas, pode ser que dê errado. Então, é sempre bom você tomar cuidado. Ele contou uma história muito legal. Eles foram convidados a fazer um projeto *Lean Seis Sigma* em uma indústria automobilística, manufatura. Ele foi lá, entrou para a sala, pegou os dados, fez “*n*” processos de estatística, de análise e disse: ‘Façam isso, isso e isso’. Tudo que ele pediu deu errado. Aí, ele foi avaliar: o que ele fez de errado? Ele ficou só na sala. Ele não foi conversar com as pessoas.”
(AM – Belt do Dut-4)

O programa de melhoria da empresa estudada preconiza que o aperfeiçoamento de um processo passa pela criação de um projeto para atendimento de um objetivo específico através de um sistema gerencial que utiliza um método de resolução de problemas – o *Lean Seis Sigma* com utilização do *DMAIC*. O que o caso relatado por AM (acima) nos aponta é que, apesar do grande peso atribuído às conclusões obtidas analiticamente, elas não definem, sozinhas, quais ações terão sucesso.

A obrigatoriedade de utilização de uma metodologia analítica de resolução de problemas para obtenção de melhorias de processo atende aos apelos por “decisões baseadas em fatos e dados”, tão comuns no cenário corporativo atual e, em especial, entre os profissionais da engenharia. Pode-se afirmar que uma metodologia analítica seria bem-sucedida na aplicação a problemas estruturados⁵³ bem-definidos em termos de regras explícitas e disponibilidade de todas as informações relevantes para sua solução.

Se um profissional deve utilizar a metodologia e a metodologia é aplicável apenas a problemas estruturados, então o programa deve ser capaz de filtrar projetos com essas características. A observação em campo demonstrou que a governança criada tentou estabelecer critérios de seleção de projetos que cumprissem esse papel seletor, tais como projetos de processos estáveis⁵⁴, cujo indicador de *performance* possuísse uma distribuição normal⁵⁵. Todavia, ela demonstrou, também, que executantes dos projetos utilizaram, com frequência,

⁵³ Newell, Shaw e Simon (1958).

⁵⁴ Um processo é considerado estável se sua carta de controle determina que seu indicador principal de *performance* não é influenciado por causas especiais, com picos ou vales acentuados ou frequentes.

⁵⁵ O papel principal da distribuição normal é permitir a aplicação do teorema central do limite, de acordo com o qual se pode estudar probabilisticamente a média das variáveis independentes de uma amostra aleatória simples.

ferramentas de caráter interpretativo e processos de criação inerentes a problemas não estruturados em seu desenvolvimento.

O estabelecimento de critérios para separar problemas simples de problemas complexos parece tarefa impossível. A melhoria de um processo pode constituir um problema estruturado e simples, mas, durante grande parte do tempo, aqueles que são responsáveis por executá-la são reféns da *racionalidade limitada*, conceito elaborado por Simon (1965). Segundo o autor, por mais racionais que os indivíduos tentem ser na tomada de decisão, eles raramente o serão, devido a questões fora de seu controle, como a complexidade do ambiente, as muitas informações disponíveis, as muitas alternativas para serem avaliadas e os variados resultados possíveis para serem analisados, principalmente em um estágio inicial de definição de um projeto. O autor complementa que, além das restrições impostas pelo ambiente, os indivíduos também têm uma certa limitação cognitiva na capacidade de processamento dessas informações e uma limitação de tempo disponível para analisar e tomar a decisão ótima. Inclusive, para Simon, a decisão ótima não existe. Ela será, no máximo, satisfatória. O ambiente nunca será completamente manipulável ou compreendido, sempre haverá uma força que não foi prevista, uma nova informação, novas variáveis que deveriam ter sido consideradas.

Os casos apresentados no capítulo 4 demonstraram que, em alguns momentos, o pensamento analítico e simplificador não foi capaz de resolver os problemas selecionados. A capacidade de aplicar ferramentas inerentes ao pensamento interpretativo foi o divisor de águas para o avanço dos projetos que atingiram bons resultados: grande parte dos avanços neles obtidos foram devidos a conversas estruturadas entre *experts* de diferentes áreas, com diferentes contribuições.

5.3 A difícil tarefa de definir metas

"Na visão analítica, o cliente tem necessidades anteriores e o trabalho do desenvolvedor é identificar essas necessidades. [...] na visão interpretativa, o cliente não tem necessidades até que sejam articuladas."
(LESTER e PIORE, 2004, p.76)

O trabalho de campo demonstrou que a análise preliminar proposta pelo método *DMAIC* para definição do problema, quando são definidas metas de projeto, raramente consegue levar à identificação de objetivos que permaneçam imutáveis ao longo do projeto. Cabe a essa seção entender as implicações dessa dificuldade.

5.3.1 A complexidade do desconhecido

A fase inicial de um projeto traz em si a complexidade do desconhecido. A ideia de racionalidade limitada, apresentada na seção anterior, nos diz que não é possível para o seu líder apreender todas as variáveis inerentes a um problema sobre o qual ele ainda não atuou. Certamente, esse problema começa a ser construído a partir da experiência dos *belts* na área operacional, quando eles identificam uma oportunidade de melhoria. Nessa fase, podem intuir muito sobre causas do problema e possíveis soluções. A observação dos projetos desenvolvidos em 2016 permite afirmar que apenas em alguns casos essa intuição, calcada na experiência prévia, foi capaz de estruturar o problema em estágio tão inicial. É o caso de projetos que propõem, já na fase de contrato, uma solução para uma causa suposta: Um dos projetos desenvolvidos em 2016 visava à redução da perda de carga⁵⁶ do mineroduto pela passagem de um dispositivo que eliminaria rugosidades ao longo de toda sua extensão; outro exemplo do portfolio de 2016 foi um projeto que visava à redução de custos com troca de revestimento de moinho de bolas, pela realização de testes com diferentes tipos de revestimento e posterior escolha e instalação do mais resistente.

Em outros casos, de maior complexidade, fez-se necessário o início da interação com o time de projeto e o aprofundamento das informações com base em análises e interações sociais, para que o problema fosse devidamente construído. Simon, Newell e Shaw (1958) defendem que em ambientes complexos, objetivos raramente são estáticos, pois são intensamente influenciados por fatores ambientais e pessoais. Assim, somente em casos de problemas *estruturados* seria possível chegar-se a uma definição preliminar. Os demais necessitariam ser construídos à medida que mais informações fossem explicitadas.

Ignorando essa dificuldade, ou pretendendo superá-la de maneira prescritiva, o método *DMAIC* tem, como primeira fase, a “definição do problema”, cujo objetivo (descrito no Quadro 6 - O método *DMAIC*) é “*Acordar entre equipe e patrocinador do projeto sobre escopo, objetivo, metas de desempenho e financeiras do projeto de melhoria*”. Ou seja, a fase *Define* exige a realização de análises preliminares que sejam capazes de estabelecer, de antemão, regras para o projeto – o seu escopo –

⁵⁶ Perda de carga é a energia perdida pela unidade de peso do fluido quando este escoar. Quanto maior a perda de carga dentro do mineroduto, maior a potência necessária para o bombeamento.

e um objetivo de melhoria de processo, já quantificado e associado a uma melhoria financeira.

A ideia de que é possível definir-se preliminarmente todo problema tem base profunda no pensamento analítico. Lester e Piore (2004) evidenciaram, em seus estudos, que o processo de desenvolvimento de produto, apesar de constantemente “encaixado” em um modelo analítico por seus executantes, apresenta um nível de incerteza, no início, que não pode ser considerada analítica. Afirmam:

“Pelo menos nos estágios iniciais do desenvolvimento do produto, simplesmente não é possível chegar a um conjunto claro e inequívoco de objetivos para o projeto, por mais que com cuidado, se escute a voz do cliente.”

(LESTER e PIORE, 2004, p.40).

5.3.2 A “voz do cliente”

A “voz do cliente” é uma ferramenta adotada por vários modelos gerenciais – incluindo o *Seis Sigma* – para a definição de objetivos alinhados às expectativas dos clientes. A dificuldade que se apresenta é que eles podem desconhecer suas necessidades, estabelecendo critérios de sucesso que não facilitarão a proposição de soluções. Os líderes de projeto frequentemente têm de traduzir essas expectativas em características técnicas que serão úteis a ele.

Um caso descrito no estudo empírico pode exemplificar a dificuldade nesse alinhamento: o Dut-4, que possui como título “Redução de custos com sede/válvula”. Segundo o contrato de projeto, preenchido pelo líder na fase de “definição do problema”, seu objetivo (ou propósito) era “Reduzir os custos operacionais do Mineroduto com substituição prematura de Sede/Válvula”. Sua meta definida foi “Redução dos custos operacionais do Mineroduto com substituição de Sede/Válvula em 20%”. Conforme descrito na seção 4.2.1, uma vez iniciada a execução do seu projeto, todo o foco do líder e equipe foi colocado sobre o aumento da vida útil do conjunto sede/válvula.

Entretanto, a iniciativa de nacionalização⁵⁷, desenvolvida paralelamente ao projeto, conseguiu reduzir o custo unitário das peças, que ainda eram trocadas com frequência, proporcionando redução dos custos, conforme previa a meta do projeto.

⁵⁷ Descrita na seção 4.2.1.5.

Ao longo da execução, o *belt* demonstrava, muitas vezes, seu incômodo com a mudança de foco, deixando patente sua visão de que o objetivo “gastar menos com sede/válvulas” na verdade era “trocar menos sede/válvulas”. Para o *belt*, o evento da troca enseja o gasto e deve ser evitado:

“O meu foco [do projeto] foi no aumento da vida útil [da sede/válvula]. E o que aconteceu? Quando eu parei de comprar sede/válvula da [fornecedora], meu custo estabilizou também. Eu fiz a projeção, se eu tivesse finalizado o ano comprando somente peças da [fornecedora] eu teria finalizado em 20 milhões. Gastei 13. ”

(AM – Belt do Projeto)

Outras transcrições de falas da equipe do projeto apontam que o *belt* e sua equipe utilizam vários indicadores, atribuindo a todos um significado em comum, como se eles se referissem a um mesmo elemento. São eles: “*vida útil do conjunto sede/válvula*”, “*número de quebras de conjunto sede/válvula*”; “*tempo parado por quebra de sede/válvula*”; “*custo de troca de sede/válvula*”. Apesar de todos ajudarem a visualizar o desempenho do processo, eles não são sinônimos ou equivalentes.

Outro indício da mutabilidade de objetivos do projeto foi encontrado no relatório final confeccionado pelo *Belt* em dezembro/2016. Nele, AM mudou o texto descrevendo sua meta de “Reduzir os custos operacionais do Mineroduto com substituição prematura de Sede Válvulas em 20%” para “Reduzir os custos operacionais do Mineroduto com substituição prematura de Sede Válvulas em 20%, através do aumento da vida útil deste componente.” (grifo da pesquisadora). Seus indicadores de projeto também foram alterados de “Custos (BRL)” para “Custos (BRL) e Vida útil do conjunto sede de válvula.” (grifo da pesquisadora).

Ao primeiro olhar, os objetivos “reduzir custo” e “aumentar vida útil” parecem diretamente conectados: Ao aumentar a vida útil de um conjunto – eliminando a necessidade de trocas constantes – reduz-se o custo inerente ao processo. No entanto, no contexto do projeto Dut-4, o foco dado à função “custo” direcionou a atenção e os recursos disponíveis para atividades cujo objetivo era a redução do valor unitário inerente a cada troca (ou seja, à nacionalização), no lugar daquelas que visavam tornar o processo mais eficiente, com um menor número de trocas (ou seja, menos desperdícios), conforme era a expectativa de AM.

Ao definir seu projeto, AM não considerou como seu escopo a possibilidade de renegociação de contratos ou identificação de fornecedores novos. Essa possibilidade surgiu ao longo da execução do projeto. Novas informações e novas

regras apareceram, demonstrando que o problema para o qual se pretendia encontrar uma solução perfeitamente analítica não seria resolvido somente por essa ótica.

O “novo” objetivo – o aumento de vida útil – apesar de entendido subliminarmente pela equipe, não foi atingido pelo método de resolução de problemas aplicado. O atingimento parcial desse objetivo (a economia de 7 milhões em gastos com trocas) foi possível pelo diálogo e integração de esforços com a equipe de suprimentos e engenharia de manutenção (que atuaram na iniciativa de nacionalização).

Outra possibilidade de desvio da “voz do cliente”, que igualmente leva a resultados indesejados, é que a expectativa do cliente apareça como a execução de uma solução previamente escolhida. Ao longo do projeto e à medida que novas informações surgem com a atuação da equipe, o problema que parecia “fechado” e estruturado – implementar solução “x” – torna a ser “aberto”. Foi o caso de um projeto observado na empresa, que era constituído pela implantação de um *software*. Após início da implementação, que não usou ferramentas previstas no *DMAIC*, dificuldades de especificação das demandas próprias para o *software* causaram a postergação de sua implementação para 2017. O projeto foi cancelado.

Além da dificuldade de definir, tão preliminarmente no projeto, um objetivo técnico, a correlação entre melhoria de processo e ganho financeiro pode ser um desafio. Embora intuitiva, não parece haver uma relação direta entre atingir a meta de processo (*KPI*) e a meta financeira.

5.3.3 Financeirização do *Lean Seis Sigma*

Na empresa estudada, em 2016, dois projetos alcançaram sua meta financeira sem que seus *KPI* ultrapasassem a meta estabelecida, ao passo que outros dois melhoraram seus *KPI* sem, entretanto, cumprir suas metas financeiras. Apesar das dificuldades em correlacionar tais objetivos, a financeirização parece ser essencial a programas de melhoria contínua como o *Lean Seis Sigma*.

Em cenários corporativos de recursos escassos, esses devem ser aplicados em projetos capazes de trazer maior retorno financeiro. Assim, na fase *Define*, o método preconiza que o *belt* estime ganhos financeiros, que devem ser validados pela gerência de orçamentos. Se essa gerência considera o cálculo coerente, o projeto segue para priorização pela equipe de melhoria contínua. Essa priorização é

realizada, inicialmente, agrupando iniciativas pela existência de sobreposição ou interface de objetivos dos projetos propostos, pelo grau de dificuldade das iniciativas, pela possibilidade de obter ganhos rápidos (“*Quick-Wins*”), se as iniciativas aumentam a lucratividade ou apenas evitam perdas financeiras, se o projeto precisa de investimentos e se a área disponibilizou verbas para a execução.

Fantti (2011) observou que alguns pilares da governança corporativa, tais como a “busca de oportunidades de curto prazo que atendam a resultados financeiros” e a “possibilidade de mudança de um investimento a outro que eventualmente significar maiores ganhos financeiros” (FANTTI, 2011, p.25), podem levar a financeirização de programas como o *Seis Sigma*. Os critérios de priorização estabelecidos pela empresa estudada demonstram que a financeirização proposta por Fantti é presente no programa.

A grande relevância dada ao retorno financeiro pode ser um estímulo para que um projeto tenha seus ganhos superestimados, ou suas necessidades de investimento subestimadas, a fim de que *vença* os demais na fase de priorização.

Conforme detalhado anteriormente, a definição de um objetivo técnico em fase inicial de projeto é tarefa difícil e, em alguns casos, impossível. Se uma causa de um problema é desconhecida, sua solução também o deve ser. Se desconheço a solução a ser implantada, como posso estimar o valor a ser desembolsado em sua implantação? Como atender à demanda de previsibilidade para fins de priorização na alocação de recursos, quando preconizo, em um programa de melhoria, que os problemas devem ter “causas desconhecidas” para serem elegíveis?

Alguns projetos observados tiveram ações não executadas por falta de orçamento disponível. Um exemplo foi um dos projetos da Usina (exemplo na p.75), que identificou a necessidade de adaptação em um equipamento da planta, mas que não avançou pois não havia orçamento disponível.

Fantti afirma que várias empresas consideram a validação da contabilização de ganhos financeiros por uma área de controladoria como favorável ao atendimento do segundo pilar de governança supracitado (FANTTI, 2011, p.54). A validação pela gerência de orçamentos pode ajudar a balizar os cálculos realizados previamente à priorização, mas a existência dessa fase de validação na empresa estudada não elimina a possibilidade de a superestimação de ganhos/subestimação de

investimentos ser uma explicação para projetos que melhoram seus processos mas não atingem a meta financeira⁵⁸.

A criação de metas financeiras atende, assim, a objetivos de priorização para otimizar a alocação de recursos e permite a criação de uma base comum para a gestão da alta administração, que pode, alegadamente, comparar projetos segundo seu retorno financeiro. Fantti concluiu que o estabelecimento de metas financeiras atende a vários objetivos, entre eles o de representar uma base comum para comparação de projetos:

“Assim, os projetos Seis Sigma precisam apresentar os seus resultados em termos financeiros e não em termos técnicos, visando proporcionar uma realimentação sobre atingir ou não os objetivos e metas traçadas pela alta administração.”

(FANTTI, 2011, P.47)

A dificuldade de estimar o retorno financeiro das melhorias de processo deriva da complexidade de estabelecer a relação de um comportamento observado em um processo produtivo com poucas variáveis conhecidas no momento da definição do projeto.

5.3.4 O comportamento de um processo produtivo e a definição de projetos

Resultados indesejados podem surgir quando um processo é impactado por variáveis que o líder não conhecia no momento de sua análise inicial para escolha da meta, como no caso do projeto Min-6, citado anteriormente, ou quando, face à incerteza do início, não se consegue estimar a melhoria “possível”. Esse foi o caso do projeto Min-7, que acabou por atingir um ganho financeiro muito superior ao estimado, exemplificando a dificuldade de aferir a melhoria possível em um processo *complexo*. Conforme afirmou o *belt*:

“Cada ferramenta tem um comportamento diferente. Cada local perfurado tem uma litologia diferente. Um operador de perfuração diferente. Então, cada ferramenta chega com um desgaste diferente. Não tem um padrão. Eu tive de entender tudo que leva àquele desgaste. [...] Tem um cenário muito amplo por trás do desgaste, com muita variável. Eu estudo ‘Sistemas de Informação’ e nunca vi tanta variável na vida!”

(TF, Belt do Min-7)

O objetivo do projeto Min-7 era otimizar o processo de perfuração de mina. Nele, equipamentos perfuram o solo rochoso a fim de permitir a inserção de

⁵⁸ Como o Min-6, que superou sua meta de processo em 22%, mas somente atingiu 14% da meta financeira que havia estimado.

explosivos para detonação. O indicador escolhido pelo seu *belt* para medição do desempenho do projeto foi o “custo por metro perfurado”, que poderia ser diminuído com pela redução do valor gasto com trocas de ferramentas de perfuração ou pelo aumento da produtividade de perfuração.

Ao estimar sua meta de processo, TF analisou o orçamento de 2016 da área, percebendo uma lacuna para o seu cumprimento. Em 2015 a gerência havia gasto cerca de 4 milhões e meio de reais e deveria ater-se a apenas três milhões, em 2016. Em termos de custo por metro perfurado, essa redução implicaria uma diminuição da ordem de R\$26 para R\$16 por metro perfurado. TF estabeleceu, como meta de seu projeto, a melhoria parcial dessa lacuna, propondo que, em setembro de 2016, o valor gasto chegaria ao patamar de R\$18 por metro perfurado. Por meio dessa metas, TF estimou um ganho financeiro acumulado de cerca de R\$200 mil para o ano de 2016. Em reunião com o especialista de melhoria contínua, ele explicou seu raciocínio:

“Vimos o quanto gastamos de maio a dezembro de 2015 [...] Como eu ainda não estava maduro no que se tratava de custo de ferramenta, eu não tinha uma noção do quanto a gente ia consumir, então estipulei uma melhoria de 12% em relação a 2015. [...] Porque o orçamento estava muito abaixo, cerca de 300% menor. [...] [a equipe de orçamento] considerou uma vida útil da ferramenta de 3000 horas, sendo que a nossa estava em cerca de 600 horas só. Eles não tinham noção de quanto a gente podia chegar de vida útil. No início, a mina tinha muito material friável [fácil de perfurar]. Quando fomos ver, o material ficou supercompacto. [...] Aí perde ferramenta por desgaste excessivo, material muito abrasivo... 3000 horas não dá.”

(TF, Belt do Min-7)

O projeto de TF avançou rapidamente para a execução de ações que praticamente eliminaram a necessidade de manutenção das ferramentas. O seu indicador, ao final do ano, chegou a menos de R\$1 por metro perfurado, com uma economia acumulada de quase quatro milhões de reais. A possibilidade de melhorar tanto o seu processo era desconhecida pelo *belt* no momento de definição da meta, tornando-se visível a partir da execução de ações e medição de resultados. Quando questionado em entrevista, afirmou:

“Só com o ‘andar’ do projeto a gente viu que era possível reduzir muito mais. Aí já estava na fase A [analyse / analisar] pra I [improve / melhorar], já não dava pra voltar atrás e definir outra meta. Deixamos como estava, mas conseguimos fazer o custo ficar bem abaixo [do orçamento]. Foi uma surpresa.”

(TF, Belt do Min-7)

5.3.5 O *Lean Seis Sigma* e a estatística

Uma ferramenta-chave da metodologia *Lean Seis Sigma* é a estatística e, através dela, é possível relacionar fatos e dados, visualizando padrões e permitindo prever, com um certo grau de confiabilidade, resultados futuros. Ela promete a redução da incerteza inicial da definição de metas. Para tanto, depende da existência de uma amostra razoável de dados. Vários projetos enfrentaram uma dificuldade na definição de metas pela indisponibilidade de dados para análises preliminares. No caso do Dut-4, AM realizou todas as análises estatísticas com dados já existentes, apesar de os considerar uma amostra inadequada.

“Tem um porém: a gente está trabalhando com 19 pontos [de medição de dados], teria de ter mais. Olha, 20 pontos são importantes, mas, para cravar mesmo a meta, seriam uns 40 pontos. Mas eu não tenho esses dados. Não adianta eu tentar capturar, como são dados mensais, eu ia demorar 40 meses para ter essa base de dados toda.”

(AM – Belt do Projeto)

Sobre a definição de tamanho de amostra, Werkema, autora-referência comumente citada pelos *belts* da empresa, afirma que é usual considerar válida a aplicação do Teorema Central do Limite, o qual possibilita a aplicação de ferramentas como gráficos de controle, intervalos de confiança e testes de hipóteses, quando o tamanho da amostra é superior a 30. Ela complementa: “No entanto, em várias situações, amostras de tamanhos inferiores a 30 já são suficientes para garantir a validade do teorema” (WERKEMA, 2014, p.173).

Assim, não parece haver uma métrica rígida para a definição de amostras ou uma base firme para a convicção nas conclusões fundamentadas na estatística.

A incerteza do início não afeta apenas a capacidade de estimar as metas de processo e financeiras, mas também o prazo que será necessário para compleição das ações na implantação da solução proposta. A seção a seguir avalia o ciclo anual proposto pelo programa.

5.4 Melhoria contínua com prazo fixo?

A metodologia *LSS* tem em vista ganhos relevantes e rápidos. Na empresa, essa aspiração traduziu-se na prescrição de gerar projetos com duração de 4 a 12 meses.

A agilidade de execução de um projeto depende de inúmeros fatores, mas certamente passa, sobretudo, pela sua origem: o objetivo estabelecido pode

influenciar na dificuldade de obtenção de informações relevantes para sua estruturação e na implementação de soluções futuras. Conforme citado nas seções anteriores, dificilmente o momento em que uma oportunidade de melhoria é identificada permitirá a definição de um problema estruturado, com informações disponíveis e todas as variáveis conhecidas. São momentos em que “[...] o mundo parece tão complexo e incerto que nem mesmo os possíveis resultados são conhecidos. [...] não está claro como quebrar o problema em um conjunto de partes separáveis” (LESTER e PIORE, 2004, p.42).

Na empresa estudada, cada *belt* propôs, juntamente com a meta de projeto, um cronograma para o seu desenvolvimento, baseado em um modelo disponibilizado pela empresa consultora que forneceu o treinamento (Quadro 11).

Quadro 11 – Prazos propostos pela consultoria para desenvolvimento de projetos

FASE	DURAÇÃO
D – DEFINIR	1 mês
M - MEDIR	2 meses
A - ANALISAR	1 mês
I - IMPLEMENTAR	2 meses
C - CONTROLAR	1 mês

Fonte: Elaboração da autora

Em entrevista, o especialista de melhoria contínua AM, líder do Dut-4, reconheceu que o cronograma elaborado para o projeto não refletiu sua realidade ou não levou em consideração possíveis especificidades do problema enfrentado.

“[Apontando para o termo de abertura na tela do computador] Aqui foi um cronograma que a gente fez tentando passar pelas fases do DMAIC, gerando os produtos. Uma coisa que eu aprendi: ver assim ajuda muito a gente, mas o cronograma vai além disso, sabe? A gente pode ter um olhar mais técnico da coisa, sabe? Da sede/válvula...”

(AM – Belt do Dut-4)

Mesmo que o esforço para detalhamento de cronograma seja realizado, não é certo que a antecipação de potenciais desafios no processo, capazes de alterar o escopo do projeto, seja atingida. Assim como o Dut-4, outros quinze projetos desenvolvidos em 2016 não foram aderentes aos seus cronogramas propostos, tampouco finalizaram-se em menos de um ano, conforme prescrito pela governança do programa. Refletindo sobre o ocorrido em seu projeto, AM concluiu:

“Uma lição aprendida: quando for definir o escopo do projeto, você tem de ser muito específico. Senão seu projeto foge destes prazos. O projeto ficou fora, ‘né’? Não vou resolver o problema que a gente [a equipe] achou que era o mais importante, neste prazo. Eu falo do meu projeto e um pouco dos outros que eu acabei acompanhando.”

(AM – Belt do Dut-4)

Uma contradição emerge: Como conseguir definir o problema que se deseja resolver, sem conhecer mais sobre o mesmo? Como vislumbrar soluções e estimar a rapidez de sua implantação antes mesmo de possuir informações sobre o problema? AM, em outra ocasião, demonstrou intuir que tão somente com o avanço do projeto, à medida que o problema é construído, atinge-se esse objetivo:

“Olha o meu objetivo: “reduzir custo com sede de válvula”. Vou estudando. Aí descubro que ela é impactada pela velocidade de bombeamento, pressão de sucção, pressão de descarga, partícula grosseira, qualidade do material, montagem do material. Aí pego ‘velocidade’. Vejo que ela é influenciada pelo número de bombas em operação. Aí as bombas estão indisponíveis. Pode ser pela sede/válvula, pelo sistema de líquido propelente da bomba, por vazamento de óleo, uma série de outros itens. O projeto fica gigante, e você acaba não dando conta.”

(AM – Belt do Dut-4)

O LSS busca resolver essa contradição propondo, em sua fase preliminar *Define*, a utilização de ferramentas estatísticas básicas (como *pareto* e *boxplot*) para definição do problema.

O pouco aprofundamento nessa fase pode ser resultado da forma como o processo de melhoria contínua está organizado, com geração de projetos apenas no início do ano, com datas fixas para a sua priorização (até o mês de março).

É possível argumentar que o problema poderia ser compreendido e construído antes da atuação do líder com a equipe na busca por soluções. AM demonstra ter essa posição, atribuindo ao pouco tempo de “análise prévia” o insucesso na definição de seu problema e, finalmente, na sua execução:

“Falta mais análise prévia... Uma coisa que o imediatismo, o comodismo acaba por impedir. A gente não quer analisar, a gente quer ir para a ação sempre, né? Então, se o cara não demanda este tempo de análise, de entender bem, a gente acaba correndo este risco.”

(AM – Belt do Dut-4)

A “análise prévia” defendida por AM demanda “saber o que procurar”. Em problema estruturados, as variáveis são explícitas, e o resolvidor de problemas consegue estabelecer, com clareza, quais informações ele precisa desenvolver mais. Já nos casos de problemas não estruturados, um tempo maior de análise

preliminar não seria útil, pois o indivíduo não conseguiria, unicamente com o cenário inicial, entender as entrelinhas de uma situação.

Lester e Piore também concluíram que o escopo de um problema tende a ser construído aos poucos, raramente encontrando-se situações em que elementos não emergiam a partir das tentativas de resolução. Eles citam um exemplo de *designers* de celulares que, nos primeiros meses de lançamento da tecnologia, entendiam que ela serviria para sua utilização em carros pelos clientes. Todos os esforços de *design* eram voltados para essa adaptação. Os primeiros clientes passaram a retirar os celulares de seus veículos e carregá-los para seus locais de destino: “Só depois de ver como os consumidores trataram os produtos iniciais, os engenheiros conseguiram projetar um instrumento de mão que poderia ser usado enquanto caminhava pela rua ou pelo aeroporto” (LESTER e PIORE, 2004, p.40).

Na empresa estudada, observou-se que alguns projetos tinham seus escopos muito aumentados ao longo de seu desenvolvimento e que outros caminhavam rapidamente para uma solução. Destes, quase todos foram concluídos no período de um ano: problemas estruturados, com variáveis conhecidas ou facilmente explicitáveis. O que se pode destacar é que problemas já estruturados se tornam projetos com causas e soluções possíveis já conhecidas e que são posteriormente reportados de forma a demonstrar que essa explicitação foi resultado da aplicação exclusiva do método proposto: os projetos com *uso encaixado*.

Observa-se na Figura 30, uma adaptação da Figura 29, um destaque sobre os oito projetos que foram concluídos em um ano ou menos. Quase a metade deles teve seu *uso encaixado* – os projetos Usi-2 e Usi-6, descritos no capítulo anterior, além do Fil-2. Em relação a este último, em entrevista, o especialista de melhoria responsável afirmou: “Foi um bom projeto, mas era aplicação de uma solução já definida pela gerência. As outras ações que entraram no plano nem foram realizadas e o projeto foi concluído porque a solução predefinida cumpriu a meta.”

Figura 30 - Projetos concluídos em um ano ou menos



Fonte: Elaboração da autora

Os projetos que cumpriram a meta anual com uso efetivo da metodologia (Min 6, 7 e 9 e Fil 1 e 5) são aqueles para os quais o método analítico foi útil. Suas metas permaneceram inalteradas do início ao fim, demonstrando a clareza na definição do problema. Os projetos da Mina, em especial, buscaram utilizar as ferramentas propostas, mas com fraco aporte de análises estatísticas: suas causas foram definidas quase que exclusivamente com o uso de ferramentas de análise qualitativa e em conversas entre os membros da equipe, às quais o especialista de melhoria contínua chamou “sentimento do pessoal”.

Já os projetos que não avançaram rapidamente para a descoberta de causas e proposição de soluções são aqueles que não continham problemas estruturados, para os quais o pensamento analítico não foi suficiente. Chama a atenção o fato de que um problema não estruturado, à medida em que se empreendem esforços para um maior entendimento do mesmo, tende a delinear-se. Projetos que não se encaixassem na abordagem analítica poderiam definir-se com o emprego do pensamento interpretativo a ponto de serem passíveis de resolução.

Ainda sobre o caráter temporal da metodologia, percebe-se que ela preconiza o faseamento, ou seja, a conclusão dos objetivos de uma etapa antes de iniciar a próxima. O faseamento não parece, porém, ser uma estratégia passível de ser adotada pelos *belts*. Na verdade, as representações por fases, com entradas e saídas bem-definidas, podem auxiliar na compreensão de processos, delimitando entregas necessárias e/ou desejadas. Os *belts* observados frequentemente referem-se às fases do *DMAIC* de maneira a precisar tempo, por exemplo, “lá no ‘medir’ a gente levantou as causas”. Mas a prática não transcorre assim, o raciocínio empregado na melhoria de processos possui um dinamismo de difícil descrição analítica. No mesmo momento em que lista uma causa, um empregado está pensando em uma possível solução. Essa possibilidade o influencia inclusive na definição de possíveis causas a serem tratadas, por exemplo, quando uma causa de “baixo esforço” é priorizada. O pensamento de um empregado dedicado à resolução de um problema ou à inovação avança no tempo e imagina, retorna ao presente e executa, erra, reconhece o erro e tenta novamente. Não pode ser compartimentado.

A rigidez imposta pela governança do programa sobre a conclusão anual dos projetos pode ter prejudicado importantes resultados, minando o espaço de criação de soluções que se formava com o desenvolvimento dos projetos. Apenas seis dos dezessete projetos, não concluídos em 2016, foram continuados em 2017 (Figura

28). Desses, quatro prosseguiram por mais um mês até a conclusão de ações da fase “Controlar”, como a publicação de procedimentos. Um deles (Dut-4) continuou em desenvolvimento buscando atuar na causa-raiz identificada, sob tutela de um especialista de melhoria contínua como *belt*. Outro teve continuidade, mas como “novo projeto”: mesmo tema, mesmo *belt*, mas com novo escopo. Este último caso, em especial, demonstra como a construção do problema foi obtida através da tentativa de resolução do escopo inicialmente proposto, sem sucesso. O *belt* passou a compreender melhor suas limitações e pôde determinar, enfim, o escopo adequado para se trabalhar com a abordagem analítica.

Enfim, pode-se afirmar que a melhoria com prazo fixo de problemas não estruturados é uma ilusão, que impõe um critério capaz de selecionar para o “sucesso” projetos que são adequados a um método, deixando, em segundo plano, os resultados que poderiam ser atingidos com o pensamento interpretativo.

Apesar de a abordagem interpretativa infiltrar-se pela execução dos passos do *DMAIC*, à medida que o método se mostra insuficiente para o atingimento de objetivos propostos, a governança rígida, que exige a aplicação do método, consegue minar o avanço de projetos que seguiriam esse caminho e poderiam ser bem-sucedidos.

A próxima seção trará uma discussão sobre o papel da experiência no processo de melhoria e no uso das diferentes abordagens.

5.5 Gerindo pessoas: organização matricial e reconhecimento

"[O] caminho pelo qual os problemas são identificados e esclarecidos até o ponto em que uma solução pode ser desenvolvida é através de um processo de conversa entre pessoas [...] com diferentes contextos e perspectivas".

(LESTER e PIORE, 2004, p.49)

A governança do programa prevê que cada projeto deve ser desenvolvido por uma *equipe multidisciplinar*, cujos membros podem ser da área funcional ligada ao projeto ou externos a ela. As equipes seriam formadas por 6 a 12 pessoas, lideradas por um empregado da empresa, com certificação do tipo *Green Belt* ou *Black Belt*.

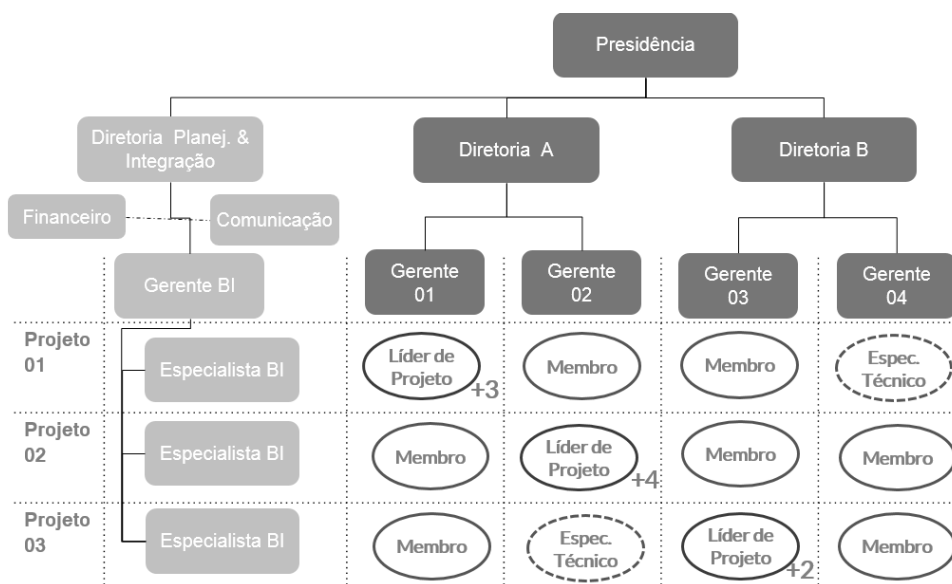
Além dos membros de equipe, *especialistas técnicos*, dotados de conhecimentos específicos sobre um tema, poderiam ser acionados periodicamente, oferecendo suporte técnico.

Cada projeto de melhoria seria assessorado por um *especialista de melhoria contínua (BI)*, que fornece suporte metodológico, monitora e motiva o avanço dos projetos. Em alguns casos, o especialista de melhoria pode atuar como líder.

Cada projeto possuiria um *patrocinador*: um *gestor* com autoridade para definir, aprovar e apoiar a implantação de um determinado projeto, de acordo com a estratégia da empresa. Um único empregado seria nomeado como patrocinador, mas um patrocinador poderia estar vinculado a vários projetos concomitantes.

A Figura 31 exemplifica essa estrutura proposta. Nela, estão representados três projetos: o projeto 01 possui como patrocinador o Gerente 01, gestor direto do líder de projeto e mais três membros de equipe. Tem como membros, ainda, dois empregados das gerências 02 e 03 e mapeado como especialista técnico um empregado da gerência 04. Já o projeto 02 possui, como líder, um empregado da gerência 02, auxiliado por quatro colegas da mesma gerência. Ele não mapeou especialista técnico, mas seu time é composto, também, por três membros de gerências distintas.

Figura 31 - Estrutura matricial proposta pela governança do programa



Fonte: Elaboração da autora

A estrutura proposta pelo programa é coerente com a proposta de *organização matricial*. Desenvolvido no início da indústria aeroespacial americana, por volta de 1965, esse tipo de organização preconiza a formação de equipes por pessoas de diversas especialidades, pertencentes, portanto, a diferentes

departamentos de uma corporação, com o objetivo de realizar tarefas com características temporárias (por exemplo, um projeto de melhoria). Nessa estrutura, as pessoas permanecem vinculadas às suas respectivas unidades funcionais e movimentam-se na organização unicamente para desenvolver um determinado projeto. Aqueles que defendem esse tipo de organização argumentam que os problemas de coordenação de projetos, observados em corporações onde a hierarquia departamental impera, são minimizados, pois as pessoas mais importantes para a consecução de um objetivo trabalham juntas sob uma nova hierarquia, definida conforme seu papel no projeto. Críticas a esse tipo de organização se referem à dificuldade de sua implementação, pois ele requer mudanças no modo de pensar e trabalhar dos empregados envolvidos, que ficam divididos entre atender aos objetivos do projeto e/ou aos objetivos estabelecidos pelo seu gestor departamental.

A organização matricial é característica tanto do *Lean Management* quanto do *Seis Sigma*, portanto, compõe a proposta do *Lean Seis Sigma*. O programa *Lean Seis Sigma*, projetado pela empresa estudada, prevê, assim, uma estrutura matricial e multidisciplinar das equipes (conforme o *Lean Management*) e uma gestão centralizada na liderança do projeto, com reconhecimentos oficiais na conclusão dos mesmos (conforme o *Seis Sigma*). Esses reconhecimentos podem ser intangíveis – no sentido de que os projetos dão visibilidade aos seus participantes para seus gestores diretos, o que pode auxiliar na ascensão de carreira – e tangíveis – já que é realizado, anualmente, um evento de reconhecimento dos melhores projetos, com prêmios financeiros.

Nos casos observados, pode-se afirmar que a estrutura matricial foi benéfica ao desenvolvimento de projetos, no que tange à diversificação de competências e experiências, que favoreceram o levantamento de causas e soluções possíveis e ao estímulo à sua realização, perante a possibilidade de ascensão de carreira.

O *belt* TF do Min-7 foi o líder do projeto premiado no evento de reconhecimento realizado pela empresa em 2016. Ele afirma que o reconhecimento de seu gerente foi um elemento de grande satisfação para ele e sua equipe:

“A gente fica com muito receio por se tratar de muito dinheiro, ‘né’? Mas graças a Deus conseguimos reduzir [o custo do processo] drasticamente e ele [gerente da área] ficou muito grato pelo que conseguimos atingir. Ele mandou um *e-mail* agradecendo, dizendo que ‘é de gente assim que a equipe precisa’. A gente fica motivado.”

(TF, Belt do Min-7)

Em um outro momento, o *belt* declarou que foi promovido e que sua função havia sido alterada:

“Antes de fazer o projeto, eu achava que ia só ficar ali, *inputando* dados e fazendo análise. Mas o projeto abriu meu leque de trabalho, hoje sou responsável pela oficina de manutenção”.

(TF, belt do Min-7)

Apesar dos resultados atingidos, o sucesso de seu trabalho na premiação de melhoria contínua e da promoção), TF não realizou mais projetos *Lean Seis Sigma* posteriormente. De fato, o gerente da área determinou que apenas um projeto seria realizado em sua área em 2017, justificando que o tempo investido no desenvolvimento dos projetos *LSS* por sua equipe era excessivo. Ao longo de 2016, durante o acompanhamento dos projetos da Gerência de Operação de Mina, observou-se que a disponibilidade dos *belts* para execução dos projetos foi um dificultador, que se intensificou ao final do ano. Sua rotina de trabalho os impedia de atuar com suas equipes. Somente metade dos seis projetos foram concluídos nessa área. Em uma das reuniões, quando o especialista de melhoria contínua interpelou TF sobre o andamento de ações atrasadas projeto, ele afirmou:

“Tenho outras demandas, às vezes perco o foco nas ações [do projeto]. Igual, essa semana deu uma trinca na haste [equipamento de perfuração]. Quatro horas da tarde e eu estou lá correndo atrás de caminhão, pra não parar máquina pra mina, conseguir operador, fazer troca de turno.”

(TF, belt do Min-7)

De acordo com os especialistas de melhoria contínua entrevistados, quase a totalidade de projetos desenvolvidos na empresa são executados com atraso devido à “baixa priorização do projeto pelos *belts*”. Atribuem a baixa disponibilidade horária da equipe de projeto à falta de alinhamento da liderança com os objetivos do programa, entendendo que são os gerentes departamentais que determinam a priorização de tarefas de seus empregados. Em um certo grau, isso pode ser considerado verdade, mas de uma forma um pouco diferente da entendida pelos especialistas do programa: o próprio empregado decide qual atividade trará maiores benefícios se executada primeiro, constantemente pendendo para a conclusão de

uma solicitação de sua liderança direta e à solução de problemas prementes. O estabelecimento de uma estrutura matricial não consegue sobrepor-se à rigidez da estrutura funcional.

Lester e Piore descrevem dois casos relativos à organização de empresas que buscavam obter melhor desempenho no desenvolvimento de produtos, contextualizando-as com os motivos por trás de seus insucessos: a Lutron⁵⁹ e a Ericsson⁶⁰. A Lutron fez uma tentativa de separação de equipes por linhas de produção, o que resultou em

"[...] um problema que muitas outras empresas experimentam: silos dentro da organização, nos quais as pessoas estão cada vez mais pensando em suas linhas de produtos isoladamente do resto do negócio."

(LESTER e PIORE, 2004, p.108).

A Ericsson, por sua vez, tentou adotar uma organização matricial:

"A Ericsson [...] adotou uma estrutura de gerenciamento matricial com projetos como os centros de lucro. Os projetos efetivamente "contratavam" seus funcionários das divisões funcionais. [...] Projetos eram operados em grupos, mas os grupos não se formaram em equipes orgânicas. Cada membro do grupo operou o máximo possível na sua área de especialização técnica. [...] A comunicação consistiu na troca de informações e não no cultivo de uma comunidade interpretativa".

(LESTER e PIORE, 2004, p.103).

O problema da formação de silos ou da falta de uma comunidade interpretativa é a perda do maior benefício esperado pela organização matricial: a ampliação da colaboração entre especialidades e o estímulo da conversação entre seus representantes.

Quando existe uma estrutura de silos, o papel do gerente de equipe matricial passa a ser de mediação de conflitos entre pessoas advindas de diferentes unidades organizacionais, ou seja, "[...] fazer as escolhas entre suas reivindicações competitivas" (LESTER e PIORE, 2004, p.110). Ainda segundo esses autores, essa atuação demandaria, do gerente de projeto, uma abordagem que é analítica, de medida de retorno possível de cada escolha. Para a atuação de equipes matriciais, a abordagem interpretativa seria a mais adequada:

⁵⁹ Empresa produtora de materiais elétricos para controle de iluminação.

⁶⁰ Empresa produtora de aparelhos eletrônicos, entre eles aparelhos celulares.

"[...] as propriedades básicas do processo interpretativo [...]: desencadeando um grupo de pessoas de diferentes origens em uma conversa estruturada e, em seguida, direcionando a conversa selecionando os tópicos ao redor dos quais ela irá centrar"

(LESTER e PIORE, 2004, p.141).

Os projetos observados na empresa que mantiveram esse “canal aberto” conseguiram avançar com maior índice de sucesso, sendo beneficiados pela diversificação de competências. É o caso de TF, que, ao longo de seu projeto, envolveu o time operacional nas decisões tomadas. Em entrevista, ele afirmou:

“O que mais me deixou impressionado foi a participação do operacional sobre o projeto. Eu não esperava. Você vai falar para um cara que opera daquele jeito há 15 anos, para ele fazer diferente? Mas eu não atingiria sucesso sem a atuação deles. [...] Foi como entrar em uma montanha russa em que, quando ela se mexe, todo mundo se diverte junto. [...] todo mundo no mesmo embalo.”

(TF – Belt do Min-7)

Lester e Piore afirmam que “[...] a abordagem interpretativa sugere que a questão para a empresa é como se apresentar nos tipos de interações intensas que alavancarão as competências de atividades passadas” (LESTER e PIORE, 2004, p.85) e que o sucesso não exige apenas “[...] segregar e focar em um determinado conjunto de competências, mas, ao contrário, integrar entre competências que costumavam ser distintas.” (LESTER e PIORE, 2004, p.85)

A integração de competências é um desafio para o líder de projeto que adota a abordagem interpretativa, mesmo que a encaixe na estrutura analítica, em seguida. Não obstante, o que chama a atenção na fala de Lester e Piore é a alusão a “competências distintas” e “competências de atividades passadas”.

O viés da experiência será melhor detalhado na próxima seção, mas enquanto falamos de integração de membros em uma equipe matricial, cabe destacar que o programa *Lean Seis Sigma* prevê que especialistas de melhoria possam realizar projetos de qualquer área (o caso de AM no projeto Dut-4). Tornam-se, assim, um recurso da empresa que aporta, ao processo, competências como capacidade analítica, conhecimento de ferramentas do *Lean Seis Sigma* e uso de estatística, além de capacidade de liderança. Destaca-se que o *belt* nomeado pela sua área funcional para condução de um projeto nem sempre é o que mais conhece a respeito do processo no qual ele vai atuar (caso de TF, do Min-7). Existe ainda a particularidade de uma área propor projetos com influência sobre processos de outra

área, como a área de desenvolvimento, a qual conduziu os projetos que compuseram o Usi-0, para a área de Operação de Usina.

Quem pode contribuir para o desenvolvimento de um projeto? Como definir o nível de *expertise* necessário? AM, convivendo com as equipes do Mineroduto por dois anos e tendo atuado em plantas de mineração por mais de dez anos, pode ser considerado *expert* na operação do mineroduto? TF, trabalhando na área de perfuração há um ano, poderia ser considerado *expert* nesse processo?

Ribeiro e Lima (2016) debateram sobre a ideia de *expertise* de indivíduos imersos (ou não) em uma prática contestando a afirmação de Collins e Evans⁶¹ de que *experts interacionais*⁶² poderiam contribuir para debates técnicos. Ribeiro e Lima (2016) concluem: “Experts Interacionais [...] e praticantes não são equivalentemente capazes de atuação em situações discursivas” (RIBEIRO e LIMA, 2016, p.301). Os autores entendem que a compreensão de uma prática varia segundo pelo menos cinco critérios:

- “(1) o tipo de imersão que os indivíduos experimentam;
- (2) se eles vêm de outra "perspectiva" e a relação dessa perspectiva com a prática (por exemplo, de analistas ou colegas de trabalho);
- (3) se o entendimento diz respeito a práticas em funcionamento ou antigas (por exemplo, analistas de trabalho e historiadores);
- (4) o quão próxima é a forma de vida daqueles que desejam compreender a prática do praticante; e
- (5) o propósito dessa compreensão.”

(RIBEIRO e LIMA, 2016, p.301)

AM é um empregado que convive com praticantes de operação de mineroduto (critério 01) e tem uma experiência correlata, em manutenção de equipamentos (critérios 02 e 04). Em entrevista, afirmou sobre a operação do mineroduto:

“Ah, eu não sei tudo não, sei umas coisas assim mais simples ‘né’? Assim que a gente vai conversando e vai sacando... Mas saber mesmo eu não sei não... Bom pra caramba é o time, esse pessoal aqui. Quase 100% do time veio da [outra empresa que opera mineroduto].”

(AM – Belt do projeto Dut4)

Em vários momentos observados em 2016, sua conversa com membros cuja experiência era advinda da prática auxiliou na evolução de seu projeto. Por exemplo,

⁶¹ (COLLINS e EVANS, 2002)

⁶² *Expertise interacional*: expressão cunhada por Collins e Evans para definir a *expertise* que seria adquirida apenas através de socialização linguística com praticantes de um domínio técnico; segundo esses autores, ela permite fluência verbal na referida linguagem técnica.

a definição do tema a ser trabalhado no Dut-4 surgiu do gestor da área, um dos poucos com experiência prévia em operação de mineroduto:

“O que mais incomodava o gerente da área era o elevado custo que a gente tinha com sede/válvula. A baixa vida útil que ela tinha. Como ele veio da [outra empresa], ele carregou esse histórico de sede/válvula durar 2000 horas, e aqui, no início, a nossa durava 600 horas.”

(AM – Belt do projeto Dut4)

Outro exemplo do Dut-4 é que os processos, estudados pelo projeto, foram definidos pelo time operacional, não pelo método analítico proposto pelo *belt*:

“A gente separou em macroprocessos: a operação da EB1; a operação da EB2 e Manutenção. Porque o pessoal [equipe de operação] sinalizou para a gente que elas são diferentes. Não estou comprovando com estatística que elas são diferentes, mas o pessoal da área já tem esse sentimento.”

(AM – Belt do projeto)

AM afirmou, em entrevista, que considera a fase de levantamento de causas um sucesso de seu projeto e destacou a importância do consenso entre a equipe, atribuindo o mesmo à atuação de forma independente em relação à hierarquia:

“A gente tentou fazer tudo com o aval do grupo. A gente até brincava: “Agora tirando o crachá”. Porque como o G. [coordenador] participou de muitas reuniões, tinha a tendência de ele falar algo e a galera “ah, é isso mesmo e tals”. Só que a gente deu tanta liberdade, essa fase inicial foi tão legal, todo mundo participou muito.”

(AM – Belt do Dut-4)

Outro exemplo é TF, que tinha pouco tempo de experiência na área e agregou ativamente ao projeto sua equipe operacional. Um deles, RR, era o operador mais experiente, atuando na área como instrutor de operação. Sobre ele, TF afirmou:

“Contei com o apoio do RR, ele foi meus olhos lá no equipamento. Ele me ajudou demais a estabelecer a [matriz] esforço x impacto das ações na operação do equipamento.”

(TF – Belt do Min-7)

RR é um *expert* praticante e sua colaboração fica clara no discurso do *belt* TF, sua experiência na área proporcionou habilidade de priorizar. Além de RR, um outro membro do time também colaborou muito para o avanço do projeto: RT, que pode ser considerado um *expert interacional* pois nunca operou equipamentos, mas é um profissional com quinze anos de experiência na venda de ferramentas de perfuração. TF disse: “Ele [RT] abriu minha mente, ele conhece demais”. O *belt*

salientou que a contribuição do membro da equipe, além de ser devida à sua *expertise*, é explicada pelo tempo dedicado ao projeto: “*Ele ficou mais próximo, teve tempo de acompanhar, apesar de ser da empresa fornecedora, ela achou uma ótima iniciativa e cedeu ele.*”

Ao final de seu artigo, Ribeiro e Lima (2016) ponderam:

“Priorizar a participação de qualquer grupo específico desde o início de um debate limita o processo de estabelecer as possíveis questões a serem colocadas e respondidas.”

RIBEIRO e LIMA (2016, p.304)

Essa afirmação, feita no contexto do artigo ao responder à “demanda de demarcação”⁶³ de Collins e Evans, chama a atenção, mais uma vez, para o fato de que a equipe de projeto é definida no momento de priorização do mesmo, na elaboração do seu contrato. Já a construção do projeto acontece ao longo de seu desenvolvimento, por meio da explicitação de informações até então desconhecidas. Ribeiro e Lima propõem que as questões que serão colocadas (e construirão o problema) são determinadas pelos *experts* convidados a participar do debate, e, desse modo, seria prematuro *engessar* uma equipe de projeto em um momento tão preliminar do seu desenvolvimento.

O impacto da experiência prévia no processo será detalhado na próxima seção.

5.6 O interpretativo e a experiência

“Cada experiência leva a uma perspectiva e não pode lidar, sozinha, com as questões entrelaçadas e complexas [...] envolvendo questões técnicas. Além disso, qualquer experiência é delimitada pela prática da qual nasceu: sua singularidade é a fonte tanto de seu poder quanto da sua fraqueza.”

(RIBEIRO e LIMA, 2016, p.305)

Ribeiro e Lima (2016) fizeram uma crítica empírica, metodológica e filosófica do conceito de *expertise* interacional, chegando a afirmar (citação acima) que cada experiência leva a uma “perspectiva” e “é delimitada pela prática da qual nasceu”. Estabelecido o papel da prática na geração da experiência e a importância de reunir uma equipe multidisciplinar para o sucesso de um projeto complexo, resta entender como diferentes experiências somam-se na construção dos projetos de melhoria.

A experiência começa a acumular-se no instante em que humanos vêm ao mundo. Cada momento vivido, experimentado pelo corpo daquele que participa de

⁶³ Demanda de demarcação: Collins e Evans procuram demarcar quem pode contribuir para um debate técnico.

um ambiente físico, agrega-se ao seu acervo de cenários vividos, que servirá de referencial para futuras situações: “A experiência é o que habilita indivíduos a criarem percepções que permitem lidar com o mundo.” (RIBEIRO, 2014, p.564).

Nossa atenção é atraída para algo “fora do normal” em uma situação, quando aquele elemento não está presente nas situações registradas em nossa memória, em nosso acervo de experiências similares:

“Ou seja, para detectar um problema, é preciso poder ver, ouvir, provar, sentir e/ou sentir” diferença em uma situação dada em relação às anteriores. Mas não se trata de correspondência de padrões, associações ou memória (ou seja, uma representação com a qual a situação atual será comparada), mas sim ‘discriminação holística’ irreflexiva (Dreyfus e Dreyfus 1988: 12).”
(RIBEIRO, 2014, p.567).

Daí a relevância de, quando se enfrentam problemas complexos, o olhar de vários poder captar o que uma pessoa sozinha não perceberia: a equipe multidisciplinar ajuda a diminuir o viés da experiência.

Conforme apresentado na seção anterior, existem muitos obstáculos à atuação de equipes em organização matricial na empresa estudada. Mas grande parte dos avanços obtidos nos projetos foram devidos a conversas estruturadas entre *experts* de diferentes áreas, com diferentes contribuições: a abordagem interpretativa.

No projeto Dut-4, por exemplo, AM conduziu reuniões com sua equipe para que listassem possíveis causas para a quebra prematura de sede de válvulas. Rapidamente, cada membro da equipe contribuiu para a lista, chegando-se a detectar quase 80 causas possíveis.

Pelo método *DMAIC*, a partir deste momento, o *belt* deveria executar análises quantitativas para confirmar que alguma(s) dessa(s) causa(s) era(m) raiz(es) do seu problema. A causa-raiz seria, então, definida, e para ela, a equipe proporia uma solução. O que se observou, na prática, é que a participação do grupo foi tão efetiva que a equipe do Dut-4 gerou um plano de ação *Quick-win* com diversas causas identificadas, antes mesmo que fossem completadas as análises quantitativas, com uso da estatística. Isso denota a grande convicção que possuíam em sua análise qualitativa, calcada em sua experiência.

Causas conhecidas, plano de ação em andamento: A que serviria a análise estatística nesse momento? A iluminar algo que não estivesse às claras,

anteriormente⁶⁴. Quando os *belts* dispõem causas em um diagrama de *Ishikawa* ou realizam uma análise de regressão linear, estão, na verdade, “expandindo seu campo perceptual fazendo características físicas presentes e perceptíveis.”⁶⁵ (RIBEIRO, 2014, p.580). Em muitos projetos, o Dut-4 não é uma exceção, as análises estatísticas serviram apenas para confirmar aquilo que a experiência do grupo já havia levantado ou para convencer um agente externo de que a causa definida conforme experiência dos participantes estava correta.

As diferenças na percepção de operadores com diversos graus de experiência foram descritas por Ribeiro (2014): para uma mesma situação, com disponibilidade das mesmas informações para todos os participantes, seria esperável que a atenção de todos estaria voltada para as mesmas características da cena perceptual. Na realidade, em diversas situações, essas características, nas quais os indivíduos focalizam sua atenção, são diferentes: "Isso é porque o que atrai a atenção de um indivíduo experiente às vezes não é, em si, parte da cena perceptual" (RIBEIRO, 2014, p.577). É parte de seu acervo único, singular, de experiências.

Assim sendo, a experiência é perspectiva e também traz seu viés: a experiência prévia de um indivíduo ilumina para ele partes daquilo que vê em uma cena, mas esse “brilho” ofusca aquilo que não é condizente com o que viveu.⁶⁶

Em alguns casos, o viés da experiência pode ser percebido na atuação dos empregados advindos ao time matricial de áreas corporativas em contraponto com os advindos de áreas técnicas. No projeto Dut-4, para um mesmo objetivo escolhido – reduzir custos com trocas de conjunto sede/válvula – dois focos surgiram: o time de suprimentos vislumbrou a possibilidade de reduzir o valor unitário dos conjuntos, desenvolvendo fornecedores nacionais para os mesmos, enquanto a equipe de operação adotou, como objetivo, descobrir por que os conjuntos quebravam e agir para aumentar sua vida útil. Podemos afirmar que as experiências prévias moldaram o sentido do projeto para cada membro.

⁶⁴ Pela fenomenologia da percepção, ela se prestaria a ampliar o campo fenomenológico, descrito por Ribeiro (2014).

⁶⁵ Outro exemplo de tentativas de expansão do campo fenomenológico, descrito pelo autor, é a inserção de um elemento odorífero no gás liquefeito de petróleo utilizado em residências, que permite a percepção do cheiro pelo sujeito presente em uma sala com um vazamento de gás, já que o mesmo não é visível a olho nu.

⁶⁶ “Se um sujeito inexperiente se concentra em uma vela acesa por qualquer motivo, sua luz se torna determinada e o que está à sua volta, indeterminado, mas o seu “sentido” não desempenha nenhum papel nisto.” (RIBEIRO, 2014, p.576).

As diferentes *expertises* disponíveis em uma equipe multidisciplinar e aplicadas ao longo do desenvolvimento de um projeto complexo, para o qual não existe um problema estruturado e as variáveis necessárias não estão explicitadas, permitem a utilização de abordagens interpretativas e o avanço com uma compreensão holística do problema.

A abordagem interpretativa pode auxiliar a descobrir o que está errado e precisa ser consertado, quando surgem dificuldades em aplicar-se o pensamento analítico ao projeto, ou até mesmo antes da definição do problema. O viés em seu uso deriva do fato de que, muitas vezes, tem-se dificuldade em explicar, ou verbalizar, os motivos por trás da certeza, sob pena de tê-la diminuída em um ambiente corporativo, que valoriza o analítico. Isso estimula o comportamento “para inglês ver”, que frustra as pessoas, consumindo seu tempo precioso. Contudo, essa certeza existe e origina-se da experiência prévia. Ribeiro (2014) afirma que, após sincronização⁶⁷, o ser humano pode perceber partes que parecem escondidas em cenas familiares e que seriam como uma “presença indeterminada daquilo que já experimentaram” (RIBEIRO, 2014, p.574). Ele traz um exemplo de operadores de sala de controle:

“O modo como os operadores da sala de controle atuam ilustra duas coisas. Primeiro, nenhum número na tela é percebido sozinho, mas como parte de uma constelação, isto é, um conjunto de dados de informação que lhes fornece um "instantâneo" do *status* da planta em um ponto no tempo. Cada instantâneo é percebido, no entanto, à luz dos anteriores e dos possíveis futuros, mutuamente exclusivos, que aparecerão como uma consequência da intervenção dos operadores. Ou seja, para operadores experientes, os instantâneos são percebidos nem mesmo como uma constelação de números, mas como polos de ação, dizendo-lhes se é o "momento certo" para intervir no processo.”

(RIBEIRO, 2014, p.570).

Operadores de sala de controle e de processos contínuos de produção, como os da empresa estudada, estão acostumados a tomar decisões com base na análise de múltiplas variáveis e com *feedback* sobre o resultado de suas ações apenas após consolidados os resultados de amostragens feitas com lapsos temporais de duas, doze ou até vinte e quatro horas. Quando confrontados com a perspectiva de utilizar ferramentas elaboradas de análise para definição de problemas, podem até chegar a utilizar as ferramentas propostas, mas terão uma ideia formada do problema, de

⁶⁷ Sincronização é o processo através do qual a percepção se torna pessoal e singular. Ela ocorre quando algo passa a importar, ter significado através de uma experiência incorporada.

antemão, se foram experientes no tema abordado. Sobre esse tema, Lester e Piore descrevem em seu livro uma situação semelhante na empresa Lutron, cujo dono afirmou: “Quando eu vejo as partes com clareza suficiente para dividir o problema em peças independentes, eu já tenho a resposta.” (LESTER e PIORE, 2004, p.7).

Entre os projetos observados, o caso mais evidente foi o programa de projetos da usina, em que as causas pareciam previamente conhecidas sendo apenas referendadas pelo grupo nas reuniões de projeto. Em uma dessas reuniões, dois diálogos registrados demonstraram a forma de trabalhar daqueles que atuam em processos de muitas variáveis e do especialista de melhoria contínua, que busca respostas de forma analítica:

- **Caso 1**

O especialista de melhoria contínua deseja implantar medidas de controle claras na atuação do operador em campo, evitando decisões qualitativas. O *expert* da área garante que isso não é possível mas que não se trata de um problema.

Belt: O operador está na área, no final acaba decidindo se age ou não, pelo menos numa primeira instância, ‘né’? Depois o supervisor, se der problema, sobe [a decisão na hierarquia]. Mas, em primeiro momento, ele diz: ‘opa, está perdendo muito’ e toma a decisão.

Black Belt: Mas aí é que ‘tá’! Esse ‘perder muito’ realmente tinha de ser qualitativo? A gente podia medir, estabelecer um limite.

Belt: Não tem como, não é uma ‘coisa’ só. Se fosse, muita coisa já teria sido resolvida...”

- **Caso 2**

O Black Belt insiste em definir um procedimento para uma atividade que os líderes consideram estabilizada ou não explicitável.

Black Belt: Então, do jeito que está hoje vocês garantem que toda vez que estiver sujo o cara vai ‘jogar para fora’? Não corre o risco de ele demorar a tomar essa decisão, não?

Belt: Não, o pessoal é rápido. Se eles veem que já não tem espaço, jogam.

Black Belt: Tem um procedimento? Precitaria de ter, não?

Belt: Não, não tem procedimento, é tudo no bom senso. Vai no sentimento.

Black Belt: Pois é, minha preocupação é essa: sentimento... Porque aí um faz de um jeito, outro faz de outro. E aí não trabalham da forma correta. Não daria para fazer uma regra, não?

Belt: Deixa eu pensar aqui... Tem muita variável envolvida, tem jeito não...”

O papel desempenhado pelo *black belt* aqui é de contestar o *status quo* da área, buscando formas de garantir o resultado positivo que havia sido obtido. Ele age conforme o preconizado pela governança do programa, em seu papel de gerenciador analítico de resolução de problemas. Para Lester e Piore, os “[...]”

gerenciadores analíticos de resolução de problemas buscam a clareza. [...] Eles temem a paralisia da indecisão mais do que a morte de opções.” (LESTER e PIORE, 2004, p.49).

A implantação de uma metodologia analítica de resolução de problemas pode não só trazer benefícios para uma empresa, mas também desafios inerentes à abrangência da aplicação da referida metodologia, nas especificidades do negócio e em nível do trabalho daqueles que devem implementá-la. O capítulo seguinte traz as considerações finais deste trabalho.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho se desenvolveu em um cenário corporativo de grande motivação pela adoção de novas práticas gerenciais por parte de empresas mineradoras, desafiadas a reduzir custos operacionais com a finalidade de garantir sua sobrevivência. Tais empresas iniciam a implementação de programas de melhoria contínua, baseados em metodologias consagradas em âmbito nacional e global, que estabelecem a realização de projetos para a resolução de problemas e o atingimento de relevantes ganhos de produtividade, rapidamente. Após extensos e dispendiosos esforços de implementação, essas organizações não compreendem por que, apesar da fama dessas metodologias, nem todos os problemas são resolvidos e a conclusão de projetos não se dá conforme o esperado.

As empresas falham em perceber que “O fenômeno da adoção mimética de ‘práticas de classe mundial’ afeta não apenas o nível organizacional, mas também o nível individual de análise” (WOOD e CALDAS, 1997, p.526) e que o incentivo dado ao uso da metodologia pode levar a uma falsa noção de aderência à nova forma de trabalhar: “Para ser aceito na ‘nova ordem das coisas’, o indivíduo – seja da classe trabalhadora ou da executiva – deve mostrar conhecimento e simpatia com as ideias trazidas pela vanguarda” (WOOD e CALDAS, 1997, p.526).

Nesse contexto, esta dissertação teve como objetivo esclarecer as possíveis razões por que nem todos os problemas identificados em processos são resolvidos e por que a conclusão de projetos não se dá conforme o esperado, a partir da análise da atividade dos empregados encarregados de conduzir projetos de melhoria em uma empresa mineradora multinacional. A análise dos casos no estudo empírico aponta que a implantação de uma metodologia de resolução de problemas, pronta para uso, pode não só trazer benefícios, mas também desafios inerentes à abrangência da aplicação da referida metodologia, nas especificidades do negócio e em nível do trabalho daqueles que devem implementá-la.

O capítulo de conclusão será, assim, dividido entre uma discussão dos elementos positivos da adoção de uma metodologia analítica de resolução de problemas e a proposição de ações que possam auxiliar a empresa na construção de uma estrutura adequada à atuação do pensamento interpretativo – que gerencia a ambiguidade sem tentar eliminá-la rapidamente – e o pensamento analítico, essencial para a tomada de decisão e encerramento de projetos.

6.1 A que serve um método?

As primeiras abordagens da administração surgiram com a evolução da produção artesanal para a manufatura industrial, almejando a maior eficiência de processos produtivos pela divisão do trabalho e da definição da melhor forma de trabalhar. O conceito de estrutura burocrática se estabeleceu em um contexto em que pesquisadores começavam a compreender a influência do elemento humano no processo fabril. Max Weber identificou, nas unidades produtivas, três funções básicas: atingir objetivos; tornar previsível o comportamento dos membros e mapear relações de mando e subordinação (PARK, DE BONIS e ABUD, 1997). Uma estrutura burocrática permitiria precisão, velocidade, clareza, regularidade, confiabilidade e eficiência atingidas por meio da criação de uma divisão rígida de tarefas, de uma supervisão hierárquica e de regras e regulamentos detalhados.

No caso das metodologias adotadas em programas de melhoria contínua, a estrutura burocrática se faz presente na rigidez das fases de desenvolvimento do projeto – cada uma com ferramentas específicas –, na governança que prevê controle centralizado dos projetos e na especialização de funções, derivada da divisão de papéis no programa.

Os arranjos racionais e utilitários das empresas são comuns, mas a crítica à real contribuição desses arranjos para as empresas pós-modernas é crescente. Algumas delas iniciam movimentos contrários à burocracia, com aumento da flexibilidade do trabalho, a polivalência de qualificações e o achatamento de estruturas hierárquicas.

Práticas institucionalizadas e burocráticas para melhoria de processos parecem trazer legitimidade, mas podem ser fonte de tensão de desígnios internos dos trabalhadores, os quais passam a exercer suas funções de forma cerimonial: uma nova divisão do trabalho, monótona e desestimulante.

Na empresa estudada, apesar desse viés, alguns elementos positivos foram observados na implantação do *Lean Six Sigma* e nos ajudam a responder à questão: A que serve um método?

Primeiramente, observa-se que o método provê legitimidade para a alta liderança, que pode divulgar a utilização de uma metodologia de classe mundial e validar decisões estratégicas legitimadas pela fama da referida metodologia – conforme também foi observado por Beck e Walgenbach (2005).

Wood e Caldas⁶⁸ demonstraram que o contexto em que um método gerencial é criado influencia diretamente suas características e o sucesso em sua aplicação. Quando adotado em um contexto diferente, podem surgir discrepâncias nos resultados obtidos. Com o *Lean Seis Sigma* não é diferente. Não obstante, uma metodologia pronta para uso pode (e deve) servir como referência para conhecimentos técnicos úteis e relevantes aos empregados da empresa que adota a referida metodologia. Para tanto, o aporte técnico deve ser balizado com a abordagem social da implementação, a fim de estimular um comportamento positivo de aprendizado e gerar conhecimento. A frustração de não conseguir resolver um problema com a ferramenta exigida pela empresa é uma constante observada no campo desta pesquisa.

O estudo empírico e bibliográfico também tornou evidente que o método empregado atende a objetivos de priorização para otimizar a alocação de recursos, definindo um denominador comum por meio do qual a alta liderança pode comparar diferentes projetos, direcionando esforços.

Uma grande utilidade de métodos prontos de resolução de problemas é servir de balizador para o empregado que não é experiente, auxiliando-o com um direcionamento, segundo o qual ele pode reunir as informações disponíveis e utilizá-las para conseguir mais informações até o momento em que uma solução é finalmente descoberta. Na verdade, as representações por fases, com entradas e saídas bem-definidas, podem auxiliar na compreensão de processos, delimitando entregas necessárias e/ou desejadas. Apesar desse direcionamento ser útil, não é suficiente para o sucesso do projeto, pois o próprio levantamento e a priorização de informações, com definição de sua relevância, necessitam da prévia experiência (como no caso Dut-4 apresentado no capítulo 4, em que o *belt* relativamente inexperiente no processo acessou e priorizou possíveis causas apenas com o aporte da equipe experiente na operação do mineroduto).

Simon e Newell (1958) afirmam que conhecer começa pela obtenção de dados do mundo e seu tratamento interno, se são separados ou associados, hierarquizados ou trabalhados em função de uma noção central. Métodos de organização do pensamento podem auxiliar nesse processo, mas não são suficientes, pois, segundo Lester e Piore (2004), “[...] com frequência começa-se

⁶⁸ CALDAS e WOOD, 1998

sem realmente saber o que se está tentando criar. A incerteza em torno das atividades [...] neste ponto não pode ser descrita analiticamente”. Desse modo, as ferramentas (qualitativas e quantitativas), propostas pelo método, podem ajudar a dirimir incertezas do problema, expandindo o campo fenomenológico daqueles que as aplicam. Mas a dinâmica observada na empresa foi um intercâmbio entre conclusões obtidas pela estatística (pensamento analítico) e a validação em conversas de membros da equipe e outros especialistas técnicos (pensamento interpretativo).

O maior benefício observado na implantação do *Lean Seis Sigma* é que ele se tornou, de maneira enviesada, um espaço catalisador de conversa⁶⁹ e de criação de soluções. Mesmo com as dificuldades apresentadas por *belts* e suas equipes na efetiva utilização da metodologia ou no seu *uso encaixado*, ela estimulou o intercâmbio de informações entre áreas e entre empregados de uma mesma área para a mudança positiva de formas de trabalhar. Uma frase de TF ajuda a visualizar essa afirmação:

“Começamos a ver o que podia fazer de imediato. Em primeiro lugar, não comprar mais peças, ver o que podemos reaproveitar do estoque [...] reutilizamos brocas, *bits*, passamos a acompanhar a manutenção de forma eficaz. [...] foi uma melhoriazinha aqui, outra ali. No final, deu esse resultado todo. A gente poderia ter feito isso antes? Sim... Mas só fizemos agora.”

(TF – Belt do Min-7)

Os engenheiros, técnicos e analistas observados eram enviesados pelo pensamento analítico. Contudo, o sucesso de TF (e outros) mostra que essas pessoas também estavam ativamente engajadas em processos interpretativos, mesmo sem se dar conta disso. Elas transformaram seus projetos em um *espaço de criação de soluções*. A seção seguinte traz propostas para que todo o programa se torne o mesmo.

6.2 Proposta de solução dos conflitos

Conclui-se que o pensamento analítico funciona para situações de resolução de problemas estruturados, cuja discretização seja possível, desejada e até

⁶⁹ "Um exemplo é o programa de qualidade de Seis Sigma iniciado pela Motorola na década de 1980 e, posteriormente, adotado por muitas outras empresas. Seu objetivo era reduzir a níveis muito baixos a probabilidade de não conformidade com as especificações. [...] Um executivo sênior da Motorola explicou em uma entrevista: 'Realmente não importa qual é o objetivo exatamente, desde que seja razoável. O objetivo é estimular, catalisar.'" (LESTER e PIORE, 2004, p.64)

recomendada – como em problemas lógicos e matemáticos, citados por Morin (2006).

A flexibilização das regras do programa, para que projetos se tornem espaços de criação de soluções e não de imitação mimética ou cerimoniosa de práticas inadequadas a problemas complexos, é o desafio principal.

Diferenciar problemas simples de problemas complexos não é a saída, uma vez que, em muitos casos, problemas complexos podem parecer simples, tamanha a abstração com a qual os observamos à luz de nossa experiência pregressa: vemos o que vemos, deixando nas sombras o que desconhecemos. Por conseguinte, os critérios que o programa define para a seleção de projetos de melhoria poderiam ser eliminados. Sugere-se a adoção de uma postura de disponibilização de recursos, de consultoria ou financeiros, a qualquer proposição de projeto realizada, desenvolvendo, de forma flexível com seus proponentes, a estruturação adequada para a utilização de métodos analíticos de tomada de decisão, seguindo as abordagens interpretativas iniciais. O segredo do equilíbrio entre essas abordagens está nas diferentes visões, que se complementam: “a troca precisa de informações, por um lado, e uma conversa imprevisível e aberta, por outro” (LESTER e PIORE, 2004, p.54).

A abertura para conversas imprevisíveis pode trazer inúmeras vantagens, no levantamento de alternativas até mesmo nos casos de problemas para os quais o proponente do projeto considerar uma solução já definida. Da forma como a empresa faz hoje, essa solução permaneceria “escondida” até que ela estivesse implementada, quando esforços seriam empregados pelo *belt* para *encaixá-la* no modelo preconizado pela empresa. É necessário que a empresa perca o medo da ambiguidade.

Recomenda-se a eliminação de outros dois entraves ao processo de criação de soluções dentro da gerência de melhoria contínua: (1) a flexibilização de prazos de execução de projetos e (2) a separação de recursos financeiros para investimentos nesses. A primeira proposição visa permitir a evolução gradativa dos projetos, à medida que são estudados e melhor compreendidos os problemas inerentes a eles. A segunda estimularia a participação no programa de empregados que desejassem ver seus projetos concluídos, mas que não encontrassem apoio financeiro em suas áreas de origem, evitando que soluções otimizadas fossem descartadas porque competem pelos recursos da área operacional. Sobre essa

competição, Lester e Piore afirmaram que “a interpretação precisa ser protegida da pressão da competição”. O ponto negativo dessas propostas, para a empresa, seria a perda da predictibilidade dos objetivos de projeto para atingimento do orçamento anual (motivo principal do ciclo anual de realização de projetos). Uma vez que apenas um terço dos projetos observados foi concluído em menos de um ano, essa predictibilidade pode ser considerada falha e, portanto, descartável face aos benefícios da flexibilização.

A terceira (e difícil) proposta de solução dos conflitos é fazer funcionar a organização matricial, retirando entraves para indivíduos que, divididos entre atender aos objetivos do projeto ou aos objetivos estabelecidos pelo seu gestor departamental, desejam promover melhorias. Normalmente, uma estrutura de projetos matricial não consegue sobrepor-se à rigidez da estrutura funcional.

A formação de equipes multidisciplinares, organizadas matricialmente, demonstrou, porém, ser importante para diminuir o viés da experiência em problemas complexos.

Primeiramente, recomenda-se às empresas não bloquear o acesso de pessoas de diferentes áreas da companhia aos projetos. Seria prematuro *engessar* uma equipe de projeto em um momento tão preliminar do seu desenvolvimento. Como foi demonstrado acima, não se pode conhecer as diversas variáveis de um problema complexo, nem tampouco definir-se com exatidão quais conhecimentos e aptidões serão necessários – ou até mesmo suficientes – para sua conclusão.

Uma vez reunido um time flexível para atuar ao longo do projeto, o papel do seu líder de projeto fará a diferença na formação de um espaço para criação de soluções. O programa de melhoria contínua da empresa fornecerá para o líder de projeto um *framework* que simultaneamente lhe permita avançar em seu projeto, mesmo que cada pequena fase de seu processo não esteja clara. Os *belts* observados na empresa fazem isso, hoje, mas com a sensação de estarem fazendo algo errado. Na verdade, a abordagem interpretativa funciona desse modo. Usando o exemplo da linguagem, uma criança, quando está aprendendo a falar, toma conhecimento de uma palavra que dê a ideia que deseja passar e a utiliza até que seu vocabulário aumente⁷⁰. Assim, ela chamará de “água” todo tipo de líquido potável, até que sua experiência lhe permita diferenciar, verbalmente, água, de leite,

⁷⁰ O exemplo da criança que aprende uma linguagem foi utilizado por (LESTER e PIORE, 2004). O exemplo do líquido é uma extrapolação elaborada pela autora.

de suco. Até que isso aconteça, ela apontará para o copo de suco e dirá água... E receberá o copo de suco! É imperativo que líderes de projeto consigam avançar com a mesma flexibilidade, ou seja, que deixem um espaço aberto até se chegar a um ponto de definição passível de uso de modelos analíticos.

O líder de projeto *interpretativo*, atuando com sua equipe, é o responsável por iniciar a conversa, oferecendo tópicos para discussão. Os membros da equipe devem ser encorajados, mas não forçados a conversar um com o outro. Quando um indivíduo é pressionado a participar, tende a não contribuir e apenas cumprir presença obrigatória.

“A maior prioridade do gerente interpretativo é [...] esculpir um espaço onde a troca de ideias é protegida das pressões competitivas que podem levar à interrupção do diálogo” (LESTER e PIORE, 2004, p.62). Ao manter tais pressões distantes, o líder permitirá que as conversas fluam sem serem obrigadas a avançar ao analítico, e à resolução de problemas, de forma prematura.

Ao sentir que as conclusões foram tiradas e que a conversa está esmaecendo, o líder pode ir “[...] deslocando o centro de gravidade [da conversa]” ou “[...] trazer pessoas novas, de diferentes origens, para o grupo”. (LESTER e PIORE, 2004, p.64).

Esta dissertação trouxe a convicção de que as empresas precisam aprender a gerenciar processos ambíguos e abertos, da mesma forma que aprenderam, há algumas décadas, a responder a desafios econômicos por meio de estruturas formais de gestão de processos operacionais. Isso porque a crescente imprevisibilidade dos cenários atuais torna as empresas que insistem em suas formas de atuar cada vez mais distantes das demandas de mercado. Entende-se que, dada a força do pensamento analítico dentro do ambiente corporativo, faz-se necessário um empenho igualmente forte no incentivo à abordagem interpretativa, encorajando a comunicação através dos silos organizacionais e criando espaços onde não existam, pelo menos por um tempo, procedimentos formais de tomada de decisão. Espaços de criação de soluções.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMSON, ; FAIRCHILD, G. Management Fashion: Lifecycles, Triggers, and Collective Learning Processes, *Administrative Science Quarterly*, Columbia, p. 708-740, 1999

BECK, N.; WALGENBACH, P. Technical Efficiency or Adaptation to Institutionalized Expectations? The Adoption of ISO 9000 Standards in the German Mechanical Engineering Industry, *Organization Studies*, London, p.841–866, 2005

CALDAS, M. P.; WOOD, T. Antropofagia organizacional, *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, p. 6-17, Out./Dez. 1998

CALDAS, M. P.; WOOD, T. A hora do pesadelo: adoção e implantação de sistemas empresariais. *Revista de Estudos Organizacionais*, Rio de Janeiro, p. 23-36, 2001

CARMAN, T. Sensation, judgment, and the phenomenal field. Em: HANSEN, M.; CARMAN, T. *The Cambridge Companion to Merleau-Ponty*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005

CHIAPPIN , J. R. N.; LEISTER, C. A explicação do processo cognitivo como atividade de resolver problemas em Herbert Simon, *Cognitio*, São Paulo, v. 10, p. 11-28, junho, 2009

CME GROUP. Disponível em: <<http://www.cmegroup.com>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

COLLINS, H.; EVANS, R. The third wave of science studies: Studies of expertise and experience, *Social Studies of Science*, p. 235-236, 2002

FANTTI, M. B. L. A influência da lógica financeira na evolução do seis sigma. São Carlos: UFSCAR, 2011.

FRANCO, P. Modelo estrutural de previsão de preço e volume negociado de minério de ferro. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas. 2008

HEIDER, M. Cenários de produção para o minério de ferro no Brasil em 2030, In the Mine, São Paulo, v. 1, n. 62, p. 9-10, Julho 2016.

KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of Six Sigma approach, Technovation, v.26, n. 5, p. 708-715, 2006

LANGA, M. Análise ergonômica do trabalho de chefia. Em: DUARTE, F.; FEITOSA, V. Linguagem e trabalho. Rio de Janeiro: Lucerna, p. 93-109, 1998

LESTER, R. K.; PIORE, M. J. Innovation - The missing dimension. 1a. ed. Cambridge: Harvard University Press, 2004.

LIMA, S. N. O processo, a engenharia e o operador: compreensão técnica dos conflitos interprofissionais no controle de processos contínuos de produção. Belo Horizonte: UFMG – Faculdade de Engenharia, 2015

MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina, 2006

MORIN, E.; LE MOIGNE, J. A inteligência da complexidade. São Paulo: Peirópolis, 2000.

NEWELL, A.; SHAW, J. C.; SIMON, H. A. Elements of a theory of human problem solving. Psychological Review, Princeton, v. 65, n. 3, p. 151-166, 1958

NEWELL, A.; SIMON, H. A.; SHAW, J. C. Report on a general problem solving program. Carnegie Institute of Technology. Pittsburgh, 1958

PARK, K.; DE BONIS, D.; ABUD, M. Introdução ao estudo da administração. São Paulo: Pioneira, 1997

PHILLIPS, N.; CANATO, A.; RAVASI, D. Coerced practice implementation in cases of low cultural fit: cultural change and practice adaptation during the implementation

of six sigma at 3M, *Academy of Management Journal*, Londres, v.6, p. 1724–1753, 2013

PINCH, T.; COLLINS, H. Um tiro na mosca? O papel do Patriot na Guerra do Golfo. Em: PINCH, T.; COLLINS, H. *O Golem à solta: o que você deveria saber sobre tecnologia*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010

RIBEIRO, R. The Role of Experience in Perception, *Human Studies*, v. 37, p. 559–581, Outubro 2014

RIBEIRO, R.; LIMA, F. D. P. A. The value of practice: A critique of interactional expertise, *Social Studies of Science*, Toronto, v. 46, p. 282–293, 2016

SANTOS, A. B. Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma: proposta e avaliação. São Carlos: UFSCAR. 2006.

SIMON, H. A.; NEWELL, A.; SHAW, J. C. *The processes of creative thinking*. Santa Mônica: University of Colorado. 1958

TAROZZI, M. *O que é a Grounded Theory? Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados*. 1ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2011

WERKEMA, C. *Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma integradas: PDCA e DMAIC*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014

WOOD, T.; CALDAS, M. P. 'For the english to see': the importation of managerial technology in late 20th-century Brazil, *Organization*, London, v. 4, p. 517-534, 1997

WOOD, T.; CALDAS, M. P. Reductionism and complex thinking during ERP implementations, *Business Process Management Journal*, Bingley, v.7, p. 387-393, 2001