



**Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**  
**Departamento de Minas e Construção Civil**  
**Curso de Engenharia de Minas**

**Italo Augusto Resende**

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA  
QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA USINA DE  
BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS DA VALE FERTILIZANTES DO  
MUNICÍPIO DE TAPIRA – MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

ARAXÁ  
2015

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA  
QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA USINA DE  
BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS DA VALE FERTILIZANTES DO  
MUNICÍPIO DE TAPIRA – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro de Minas.

Orientador: Prof. Ms. Glaydson Keller de Almeida Ferreira

ARAXÁ

2015

Italo Augusto Resende

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE:  
UM ESTUDO DE CASO NA USINA DE BENEFICIAMENTO DE  
MINÉRIOS DA VALE FERTILIZANTES DO MUNICÍPIO  
DE TAPIRA – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro de Minas.

Data de aprovação: 17/10/2015

Banca Examinadora:



1º Examinador – Presidente da Banca Examinadora - Orientador

Prof. Ms. Glaydson Keller de Almeida Ferreira – CEFET-MG Unidade Araxá



2º Examinador: Prof. Dr. João Cirilo da Silva Neto - CEFET-MG Unidade Araxá



3º Examinador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Michelly dos Santos Oliveira - CEFET-MG Unidade Araxá

Dedico este trabalho à minha Mãe,  
que tanta falta nos faz, mas que tem  
me guiado sempre. E ao meu Pai, meu  
grande amigo e protetor!

## **Agradecimentos**

À Deus por guiar meu caminho e me dar forças para seguir em frente sempre!

À minha amada Mãe, meu anjo da guarda que tem me guiado constantemente.

A meu querido Pai pelos ensinamentos, exemplos, valores e pelo companheirismo de todas as horas.

À minha irmã Keila e meu cunhado Michel pelo apoio e ajuda sempre, e por me presentear com as minhas maiores alegrias que são o Davi e a Júlia.

Ao meu Professor orientador Glaydson pela incansável orientação, dedicação e apoio para a realização deste trabalho.

A todos da Vale Fertilizantes de Tapira-MG, em especial ao Gláucio Ferreira de Castro e Rogério de Carvalho pelo apoio, incentivo e confiança no meu trabalho.

Ao meu supervisor na empresa Frederico Noli Carneiro pela paciência, pelas conversas, orientações e pela transmissão de conhecimento e experiências.

A todos da empresa, da área de operação, manutenção e demais áreas, pela importantíssima e essencial contribuição para a realização da pesquisa.

A todos do CEFET, em especial aos professores, que sempre me ajudaram e contribuíram para aprendizagem e desenvolvimento humano.

À família, amigos e a todos que, de alguma forma, têm contribuído não só para a realização deste trabalho, mas para tudo que tenho realizado em minha vida.

Muito obrigado!

*Nós todos temos sonhos.  
Mas, para tornar os sonhos  
realidade, é preciso uma enorme  
quantidade de determinação, dedicação,  
autodisciplina e esforço!*

Jesse Owens

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo principal pesquisar e investigar as influências da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade inseridas na rotina de operação e processo na Usina de beneficiamento de minérios da Vale Fertilizantes do município de Tapira - MG. Para tanto, a coleta de dados foi realizada via triangulação de dados que envolveu: a análise documental das áreas de Beneficiamento de minérios, Manutenção industrial e Gestão da Qualidade, áreas onde a pesquisa foi realizada dentro da empresa e análise sobre o trabalho desenvolvido pela equipe de melhoria CALHA, atuante na redução da vazão de dejetos industriais da Usina destinados para a barragem, utilizando o ciclo PDCA e outras ferramentas de gestão da qualidade; a observação não participante realizada pelo pesquisador, que teve como tarefa acompanhar diante da pesquisa na empresa a aplicação das ferramentas da qualidade; e, por fim, aplicação de questionário estruturado com a equipe de melhoria e com os empregados da área de abrangência selecionada. Após analisar, comparar e discutir os resultados obtidos através do planilhamento e construções gráficas e evidenciadas as tendências nas respostas, foram levantadas e transcritas as principais conclusões encontradas a partir das influências da utilização das ferramentas da qualidade na Usina de Beneficiamento da Vale Fertilizantes do município de Tapira - MG. A pesquisa realizada trouxe diversas discussões pertinentes ao trabalho sobre as influências das ferramentas de gestão da qualidade, concluindo sobre a importância da gestão da qualidade, alinhada a um envolvimento, comprometimento e participação de todos os empregados, para aprimoramento através de melhoria contínua e obtenção da qualidade para a sobrevivência da empresa no mercado atual, altamente competitivo e exigente.

**Palavras-chave:** Gestão da Qualidade, ferramentas da qualidade, Beneficiamento de minérios, Manutenção industrial.

## **Abstract**

This work aimed to research and investigate the influence of application of quality management tools embedded in routine operation and process in Vale Fertilizantes ore processing plant in the city of Tapira - MG. Therefore, the data collection was conducted via triangulation data involving: a documentary analysis of the areas of beneficiation of minerals, industrial maintenance and quality management, areas where the research was conducted within the company and analysis of the work done by staff improvement CALHA, active in reducing the flow of industrial waste plant intended for the dam, using the PDCA cycle and other quality management tools; the non-participant observation by the researcher, which had the task follow on research in the company the application of quality tools; and finally, a questionnaire structured with the improvement team and the employees of the selected coverage area. After analyze, compare and discuss the results obtained from the planilhamento and graphic constructions and highlighted trends in the responses, they were raised and transcribed the main conclusions found from the influences of the use of quality tools in Vale Fertilizantes Processing Plant in the city of Tapira - MG. The survey brought several relevant discussions to work on the influences of quality management tools, concluding on the importance of quality management, aligned to involvement, commitment and participation of all employees for improvement through continuous improvement and achievement of quality for the company's survival in today's market, highly competitive and demanding.

**Keywords:** quality management, quality tools, Processing of minerals, industrial maintenance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma típico de tratamento de minério.....	25
Figura 2 – Britador Cônico.....	27
Figura 3 – Moinho Cilíndrico.....	28
Figura 4 – Representação de uma Peneira vibratória.....	30
Figura 5 – Hidrociclone convencional.....	31
Figura 6 – Esquema básico de uma Coluna de Flotação.....	34
Figura 7 – Esquema operacional de um Espessador contínuo convencional.....	36
Figura 8 – Bomba de polpa centrífuga.....	38
Figura 9 – Barragem de rejeitos.....	39
Figura 10 – Tipos de Manutenção.....	42
Figura 11 – Exemplo de Folha de verificação.....	68
Figura 12 – Exemplo de Gráfico de Pareto.....	69
Figura 13 – Exemplo de Histograma.....	70
Figura 14 – Gráfico de controle.....	71
Figura 15 – Fluxograma.....	72
Figura 16 – Diagrama de Causa e Efeito – Ishikawa.....	75
Figura 17 – Formulário 5W1H.....	76
Figura 18 – Ciclo PDCA para Melhorias (“QC STORY”).....	79
Figura 19 – Unidades em operação da Vale Fertilizantes.....	91
Figura 20 – Visão panorâmica do Complexo de Mineração de Tapira.....	92
Figura 21 – Mina do Complexo de Mineração de Tapira.....	93
Figura 22 – Stacker e Retomador.....	95
Figura 23 – Moagem do CMT.....	97
Figura 24 – Flotação do CMT.....	99
Figura 25 – Diagrama de bloco do CMT.....	101
Figura 26 – Indicador da Vazão da calha de dejetos (m <sup>3</sup> /h).....	103
Figura 27 – Indicador da Vazão da calha de dejetos (m <sup>3</sup> /h) final.....	172
Figura 28 – Controle diário da vazão da Calha de dejetos.....	174
Figura 29 – Indicador da Vazão da calha de dejetos (m <sup>3</sup> /h) 2015.....	176

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades diferenciadoras e os correspondentes métodos de tratamento utilizados .....	21
Tabela 2 – Atributos da qualidade de produto.....	57
Tabela 3 – Eras da Qualidade .....	60
Tabela 4 – Principais finalidades das ferramentas da qualidade .....	67
Tabela 5 – Significado das palavras do 5S.....	73
Tabela 6 – Parte 2: Questão 01 .....	115
Tabela 7 – Parte 2: Questão 02 .....	116
Tabela 8 – Parte 2: Questão 03.....	116
Tabela 9 – Parte 2: Questão 04.....	117
Tabela 10 – Parte 2: Questão 05.....	118
Tabela 11 – Parte 2: Questão 06.....	118
Tabela 12 – Parte 2: Questão 07.....	119
Tabela 13 – Parte 2: Questão 08.....	120
Tabela 14 – Parte 3: Questão 01.....	125
Tabela 15 – Parte 3: Questão 02.....	126
Tabela 16 – Parte 3: Questão 03.....	127
Tabela 17 – Parte 3: Questão 04.....	128
Tabela 18 – Parte 3: Questão 05.....	128
Tabela 19 – Parte 3: Questão 06.....	129
Tabela 20 – Parte 3: Questão 07.....	130
Tabela 21 – Parte 3: Questão 08.....	130
Tabela 22 – Parte 3: Questão 09 .....	131
Tabela 23 – Parte 4: Questão 01.....	137
Tabela 24 – Parte 4: Questão 02.....	138
Tabela 25 – Parte 4: Questão 03.....	139
Tabela 26 – Parte 4: Questão 04.....	140
Tabela 27 – Parte 4: Questão 05 .....	141
Tabela 28 – Parte 4: Questão 06 .....	142
Tabela 29 – Parte 4: Questão 07 .....	143
Tabela 30 – Resultado Geral da Pesquisa .....	151
Tabela 31 – Memória de cálculo da redução da vazão da calha de dejetos em 2014.....	172

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Respondentes por setor de trabalho. ....	113
Gráfico 2 – Respondentes por cargo de trabalho. ....	114
Gráfico 3 – Parte 2: Operação, manutenção e apoio. ....	121
Gráfico 4 – Parte 2: Técnico. ....	122
Gráfico 5 – Parte 2: Liderança. ....	123
Gráfico 6 – Parte 3: Operação, manutenção e apoio. ....	132
Gráfico 7 – Parte 3: Técnico. ....	133
Gráfico 8 – Parte 3: Liderança. ....	134
Gráfico 9 – Parte 4: Operação, manutenção e apoio. ....	145
Gráfico 10 – Parte 4: Técnico. ....	146
Gráfico 11 – Parte 4: Liderança. ....	147
Gráfico 12 – Parte 2: Gestão da Qualidade. ....	152
Gráfico 13 – Parte 3: Equipe de Melhoria. ....	153
Gráfico 14 – Parte 4: Equipe de Melhoria CALHA. ....	154
Gráfico 15 – Setor de Operação e Beneficiamento por cargo de trabalho. ....	158
Gráfico 16 – GAOB – Parte 4: Questão 01. ....	158
Gráfico 17 – GAOB – Parte 4: Questão 02. ....	159
Gráfico 18 – GAOB – Parte 4: Questão 03. ....	160
Gráfico 19 – GAOB – Parte 4: Questão 04. ....	161
Gráfico 20 – GAOB – Parte 4: Questão 05. ....	162
Gráfico 21 – GAOB – Parte 4: Questão 06. ....	163
Gráfico 22 – GAOB – Parte 4: Questão 07. ....	164
Gráfico 23 – Parte 2: Componentes da Equipe CALHA. ....	167
Gráfico 24 – Parte 3: Componentes da Equipe CALHA. ....	168
Gráfico 25 – Parte 4: Componentes da Equipe CALHA. ....	169

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVO GERAL	19
1.2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
<b>2</b>	<b><u>REFERENCIAL TEÓRICO</u></b>	<b>20</b>
2.1	<b>BENEFICIAMENTO OU TRATAMENTO DE MINÉRIOS</b>	<b>20</b>
2.1.1	OBJETIVOS DO TRATAMENTO DE MINÉRIOS	20
2.1.2	OPERAÇÕES UNITÁRIAS DE BENEFICIAMENTO	23
2.1.3	FRAGMENTAÇÃO	26
2.1.4	SEPARAÇÃO POR TAMANHO	29
2.1.5	MÉTODOS DE CONCENTRAÇÃO	32
2.1.6	SEPARAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO	35
2.1.7	MANUSEIO DE MATERIAIS	36
2.1.8	BARRAGENS DE REJEITOS	38
2.2	<b>MANUTENÇÃO INDUSTRIAL</b>	<b>41</b>
2.2.1	INTRODUÇÃO	41
2.2.2	TIPOS DE MANUTENÇÃO	42
2.2.2.1	Manutenção Corretiva	43
2.2.2.2	Manutenção Preventiva	44
2.2.2.3	Manutenção Preditiva	45
2.2.2.4	Engenharia de Manutenção	47
2.2.2.5	Manutenção Produtiva	48
2.2.2.5.1	Manutenção Produtiva Total - MPT	48
2.2.3	CONFIABILIDADE, MANTENABILIDADE E DISPONIBILIDADE	51
2.2.3.1	Confiabilidade	51
2.2.3.2	Disponibilidade	53
2.2.3.3	Manutenabilidade	53
2.2.3.4	Manutenção Centrada na Confiabilidade - MCC	54
2.3	<b>GESTÃO DA QUALIDADE</b>	<b>56</b>
2.3.1	INTRODUÇÃO	56
2.3.2	HISTÓRICO	58
2.3.3	GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL	62
2.3.4	FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE	65
2.3.4.1	Círculos de Controle de Qualidade - CCQ	76
2.3.4.2	Ciclo PDCA	78
2.3.4.2.1	Etapas do PDCA	80
<b>3</b>	<b><u>METODOLOGIA</u></b>	<b>85</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	85
3.2	UNIDADE DE ANÁLISE E OBSERVAÇÃO	89

<b>3.2.1</b>	<b>EMPRESA PESQUISADA.....</b>	<b>90</b>
3.2.1.1	Vale Fertilizantes.....	90
3.2.1.2	Complexo de Mineração de Tapira - CMT .....	92
3.2.1.2.1	Processos gerais do Complexo de Mineração de Tapira .....	94
3.2.1.2.2	Equipe de Melhoria CCQ.....	101
<b>3.3</b>	<b>TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS .....</b>	<b>105</b>
<b>3.4</b>	<b>ESTRATÉGIA DE ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS .....</b>	<b>110</b>
<b>4</b>	<b><u>APRESENTAÇÃO, ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</u></b>	<b><u>112</u></b>
<b>4.1</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>112</b>
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>114</b>
4.2.1	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO DA PARTE 2: GESTÃO DA QUALIDADE.....	115
4.2.2	DISCUSSÃO DO RESULTADO DA PARTE 2: GESTÃO DA QUALIDADE .....	124
4.2.3	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO DA PARTE 3: EQUIPE DE MELHORIA .....	125
4.2.4	DISCUSSÃO DO RESULTADO DA PARTE 3: EQUIPE DE MELHORIA.....	135
4.2.5	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO DA PARTE 4: SOBRE A EQUIPE DE MELHORIA CALHA .....	137
4.2.6	DISCUSSÃO DO RESULTADO DA PARTE 4: SOBRE A EQUIPE DE MELHORIA CALHA .....	148
4.2.7	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO GERAL DA PESQUISA .....	151
4.2.8	DISCUSSÃO DO RESULTADO GERAL DA PESQUISA .....	155
4.2.9	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO OBTIDO SOBRE A EQUIPE DE MELHORIA CALHA PARA OS RESPONDENTES DO SETOR DE OPERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DA EMPRESA.....	157
4.2.10	DISCUSSÃO DO RESULTADO OBTIDO SOBRE A EQUIPE DE MELHORIA CALHA PARA OS RESPONDENTES DO SETOR DE OPERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DA EMPRESA.....	165
4.2.11	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO OBTIDO COM AS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS DOS MEMBROS DA EQUIPE DE MELHORIA CALHA.....	166
4.2.12	DISCUSSÃO DO RESULTADO OBTIDO COM AS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS DOS MEMBROS DA EQUIPE DE MELHORIA CALHA .....	170
4.2.13	RESULTADOS DA EQUIPE CALHA .....	171
4.2.14	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA EQUIPE CALHA.....	176
<b>5</b>	<b><u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</u></b>	<b><u>178</u></b>
<b>6</b>	<b><u>REFERÊNCIAS .....</u></b>	<b><u>183</u></b>
	<b><u>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO .....</u></b>	<b><u>186</u></b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativa

Nos últimos tempos tem ocorrido uma grande mudança no ambiente dos negócios em que as empresas operam e na comunidade e mercado em que estão inseridas. Aquela velha visão de empresa como instituição econômica a qual estávamos acostumados, com apenas preocupações fundamentais como produção, valores e lucro, já não atende ao que as pessoas e o mercado de hoje querem. As empresas, atualmente, devem se atentar para o desempenho de um novo papel na sociedade, pensando sempre no impacto de suas ações, nas alterações no ambiente em que operam e na qualidade de seus produtos e serviços (ROBLES JR. e BONELLI, 2006).

Quando falamos em gestão, estamos querendo dizer gerenciamento, administração de algo, de modo a se obter resultados e fins que satisfaçam a todas as partes interessadas no negócio, buscando sempre tomar as decisões certas para os problemas certos e no momento certo para isso. Um sistema de gestão deve compreender a estrutura organizacional, as responsabilidades, o planejamento, as práticas, os métodos e critérios, os processos e recursos disponíveis para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política de interesse, como por exemplo, a qualidade, o meio ambiente, a segurança da informação, a segurança e a saúde ocupacional, a responsabilidade social interna ou ampla ao local de trabalho, entre outras (ROBLES JR. e BONELLI, 2006).

Com a globalização da economia mundial ocorrida no fim do último século e a atual era da informação e do conhecimento, onde as empresas buscam cada vez mais obter diferenciais em relação aos seus concorrentes, considerando que hoje a informação e conhecimento praticamente estão ao alcance de todos, o termo qualidade adquiriu uma importância muito maior. Isso porque as pessoas não apenas compram produtos para satisfazer desejos ou necessidades de consumo, mas sim, para usufruir e aproveitar a qualidade dos mesmos (DONAIRE, 1999).

Qualidade é uma das palavras-chave mais difundidas junto à sociedade e no meio empresarial, junto com palavras como produtividade, competitividade, integração, entre outras. Qualidade está associada a atributos intrínsecos de um bem, como

desempenho técnico ou durabilidade. Pode ser associada à satisfação dos clientes quanto à adequação do produto ao uso. Um terceiro entendimento, dominante no ambiente fabril, associa qualidade ao atendimento das especificações do produto. E há ainda alguns que associam qualidade ao valor relativo do produto (CARPINETTI, 2012).

A competitividade de uma empresa é um fator primordial de sobrevivência da mesma, e para que ela seja cada vez mais competitiva, são implantados sistemas de qualidade para a busca da melhoria contínua na qualidade de seus produtos e serviços e também no seu desempenho ambiental e socioeconômico, para dessa forma, oferecer um melhor atendimento ao cliente e consumidor (ROBLES JR. e BONELLI, 2006).

Um dos pontos a se destacar é sobre a qualidade em ambientes industriais, justamente porque o processo industrial envolve a produção de bens tangíveis, com uma característica específica de poder se separar o processo de produção da ação de utilização ou consumo do produto. Nesse tipo de ambiente, a gestão da qualidade centra-se em todas as etapas do processo produtivo, com objetivo de gerar um produto perfeitamente adequado ao uso. Assim, a qualidade aparece no próprio produto, sendo este resultado do processo (ROBLES JR. e BONELLI, 2006).

A gestão da qualidade, em ambiente industrial, foca os processos produtivos, que, por sua vez, são direcionados aos clientes. Segundo Robles Jr. e Bonelli (2006) são princípios dessa gestão os seguintes indicadores: aumento da satisfação do cliente; menor probabilidade de geração de defeitos; melhoria constante nos métodos de trabalho; atividades desenvolvidas sem gerar nenhum tipo de desperdício; atividades geradas de forma a agregar valor ao processo ou ao produto; atenção ao maior número possível de elementos do processo produtivo. Assim, fica bem definida a ação da gestão da qualidade em ambientes industriais, sendo o objetivo básico a busca da satisfação do cliente adotando a estratégia de otimização do processo produtivo para atingir tal objetivo.

O objetivo da atividade de mineração é a descoberta, a lavra e a concentração de minérios, ou seja, consiste em descobrir os recursos minerais escondidos no subsolo, trazer o bem mineral do subsolo até a superfície e, por fim, colocar esse

bem mineral em condições de ser utilizado pelas indústrias metalúrgica, cerâmica ou química. O tratamento de minérios é a terceira atividade, trata-se do conjunto de operações unitárias de redução e separação de tamanhos, separação de espécies minerais e de sólidos e líquidos, assim como a arte de combiná-los em fluxogramas, objetivando obter concentrados e produtos aceitáveis pelo mercado (CHAVES, v. 1, 2012).

Uma Usina de beneficiamento de minérios é caracterizada então pela presença de processos extremamente dinâmicos devido à existência de inúmeras variáveis operacionais e de processo que se interagem o tempo todo. Por toda essa complexidade é que se faz necessária a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade nesses processos, buscando sempre um melhor controle, melhoria contínua e obtenção de resultados positivos (CHAVES, v. 1, 2012).

Para obtenção de qualidade em ambiente industrial é necessário uma boa e vital gestão da manutenção. O dicionário Aurélio define a manutenção como as medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação ou ainda como os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas. Pode-se considerar que o objetivo da manutenção não é somente o de manter ou restaurar as condições físicas do equipamento, mas de também manter suas capacidades funcionais. Sendo que a manutenção da condição física do equipamento tem como objetivo final a manutenção da sua capacidade funcional, além da qualidade do produto, da segurança e da integridade do meio ambiente (XENOS, 1998).

O trabalho a ser desenvolvido buscou, após a criação pela empresa de uma equipe de melhoria, observar, sob a ótica dos empregados, e investigar as principais influências da aplicação das ferramentas da qualidade na usina de beneficiamento da Vale Fertilizantes do município de Tapira-MG. Como pesquisa de campo, utilizou-se a aplicação e análise de questionário estruturado, aplicado aos respondentes da empresa juntamente com a equipe de melhoria.

A justificativa deste trabalho, com a realização de um estudo de caso minucioso e elaborado na Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira-MG, deve-se primordialmente à formação de uma equipe de melhoria CCQ (Círculos de Controle

de Qualidade) que utiliza a ferramenta de qualidade PDCA para auxiliar a resolver problemas existentes no processo como, por exemplo, reduzir a vazão de dejetos da Usina de Concentração, contribuindo significativamente para a redução de perdas no processo e diminuição de impactos ambientais.

Outro fator que faz jus a realização desta pesquisa é o interesse e aprofundamento pelo pesquisador nos conhecimentos adquiridos nas disciplinas cursadas no curso de Engenharia de Minas, principalmente no que se refere às áreas de beneficiamento de minérios, manutenção industrial e gestão da qualidade. Além do interesse pessoal e profissional, por parte do pesquisador, em aprofundar o conhecimento sobre a qualidade nas áreas pesquisadas na empresa. E também o interesse da empresa em obter informações sobre as influências das ferramentas de qualidade sob a ótica dos empregados.

O trabalho em questão tratou, principalmente, da aplicação de questionário estruturado com os participantes da equipe de melhoria e com os empregados da empresa, buscando observar, sob a ótica destes, quais os principais pontos positivos e negativos do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos.

Buscou-se, com essa pesquisa e aplicação de ferramentas de gestão de qualidade na Usina, obter resultados que venham a comprovar a importância ou não da gestão da qualidade e do processo de busca da melhoria contínua, aprimoramento do processo e melhor desenvolvimento de atividades por meio de ferramentas de controle e padronização.

## 1.2 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral pesquisar e investigar as influências da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade inseridas na rotina de operação e processo na Usina de beneficiamento de minérios da Vale Fertilizantes do município de Tapira – MG.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

- I. Investigar, por meio de pesquisa documental, os resultados anteriores aferidos pela empresa sobre a utilização das ferramentas da qualidade para fins de se traçar comparativos com os resultados obtidos nesta pesquisa.
- II. A partir da aplicação e planilhamento de questionário estruturado com os participantes da equipe de melhoria e com os empregados, buscar observar, sob a ótica destes, quais os principais pontos comuns e pontos divergentes do trabalho desenvolvido na empresa com a utilização das ferramentas da qualidade.
- III. Analisar, interpretar e comparar os dados coletados via pesquisa documental com os obtidos por meio do questionário estruturado, evidenciando as tendências nas respostas.
- IV. Levantar e transcrever as principais conclusões encontradas a partir das influências da utilização das ferramentas da qualidade na Usina de Beneficiamento da Vale Fertilizantes do município de Tapira-MG.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Beneficiamento ou Tratamento de Minérios

Este subcapítulo do trabalho busca descrever detalhadamente o tratamento de minérios, seus objetivos e suas operações unitárias, assim como a descrição das etapas de tratamento. A área de beneficiamento de minérios, assim como seus empregados, serão objeto da pesquisa realizada neste trabalho.

#### 2.1.1 Objetivos do Tratamento de Minérios

Com base nas Normas Reguladoras de Mineração (NRM), o beneficiamento de minérios visa preparar granulometricamente, concentrar ou purificar minérios por métodos físicos ou químicos sem alteração da constituição química dos minerais. Segundo a NRM-18: Beneficiamento (2002), todo projeto de beneficiamento deve:

- Otimizar o processo para obter o máximo aproveitamento do minério e dos insumos, observadas as condições de economicidade e de mercado;
- Desenvolver a atividade com a observância dos aspectos de segurança, saúde ocupacional e proteção ao meio ambiente.

Na maioria dos casos as espécies minerais encontram-se misturadas e, para se aproveitar industrialmente alguma delas, é necessário separá-las das demais, o que consiste na concentração da espécie útil. A partir de uma concentração menor do elemento ou substância útil no minério até chegar-se a uma concentração mais elevada dele no concentrado. Essa concentração pode ser a máxima possível, caso dos diamantes ou do ouro, porém, frequentemente, é a máxima concentração econômica (CHAVES, v. 1, 2012).

Outro aspecto importante e relevante para as operações de tratamento de minérios que envolvem a concentração ou separação de minerais constitui-se em um conjunto de três requisitos fundamentais, segundo Valadão e Araujo (2007):

- Liberação das fases constituintes do minério;

- Existência de propriedade diferenciadora dos minerais;
- Separabilidade dinâmica.

Para que um minério seja concentrado é necessário que os minerais estejam fisicamente liberados, o que implica que uma partícula deve apresentar, idealmente, uma única espécie mineralógica. A liberação é obtida através de uma operação de redução de tamanho – cominuição, isto é, britagem e/ou moagem -, que pode variar de centímetros até micrometros. Como as operações de cominuição são caras, devido ao consumo de energia, meio moedor, revestimentos, etc., deve-se fragmentar só o estritamente necessário para a operação seguinte. Por isso, para se evitar uma cominuição excessiva e desnecessária, faz-se o uso de operações de separação por tamanho ou classificação (peneiramento, ciclonação, etc.) nos circuitos de cominuição. Uma vez que o minério foi submetido à redução de tamanho, promovendo a liberação adequada dos seus minerais, estes podem ser submetidos à operação de separação das espécies minerais, obtendo-se um concentrado e um rejeito (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

Segundo Valadão e Araujo (2007), após a obtenção de partículas mono-minerálicas é necessário explorar uma ou mais propriedade diferenciadora para concentrar certos minerais e obter um concentrado, e essa separação ocorre quando o minério é submetido ao campo de separação. As respostas dos diferentes minerais ao campo de forças de separação devem permitir que trajetórias diferentes sejam percorridas por minerais diferentes, ocorrendo assim a separabilidade dinâmica.

A Tabela 1 mostra as principais propriedades diferenciadoras exploradas e métodos de tratamento correspondentes, segundo Valadão e Araujo (2007):

*Tabela 1 – Propriedades diferenciadoras e os correspondentes métodos de tratamento utilizados*

PROPRIEDADE DIFERENCIADORA	MÉTODO DE TRATAMENTO
Cor, brilho, fluorescência, radioatividade	Cata manual, seleção automática
Peso específico, forma	Separação gravítica
Susceptibilidade magnética	Separação magnética
Condutividade elétrica	Separação eletrostática

Tamanho, forma, densidade	Peneiramento, classificação
Reatividade de superfície	Flotação, agregação/dispersão, aglomeração
Reatividade química	Hidrometalurgia
Comportamento térmico	Pirometalurgia
Fragmentabilidade	Fragmentação

Fonte: VALADÃO e ARAUJO, 2007, p. 28.

Na maioria das vezes, as operações de concentração são realizadas a úmido, porque, antes de se obter um produto para transporte ou adequação para a indústria química ou obtenção do metal por métodos hidro-pirometalúrgicos, é necessário eliminar parte da água do concentrado. Estas operações compreendem desaguamento (espessamento e filtragem) e secagem (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

O tratamento de minérios, apesar de ser essencialmente técnico em suas aplicações práticas, não pode desprezar o conceito econômico. É impossível, na prática, obter uma separação completa dos constituintes minerais. Como regra geral, quanto maior o teor dos concentrados, maior é a perda e mais baixas são as recuperações. Como a obtenção de teores mais altos e melhores recuperações normalmente implicam num aumento de custo do tratamento, para a obtenção de maiores lucros esses vários itens devem ser devidamente balanceados e analisados (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

Chaves (2012, v. 1, ed. 4, p. 24) afirma que “em tratamento de minérios, teor significa sempre a quantidade das substâncias que nos interessam, em relação à quantidade total da amostra (peso seco)”.

O tratamento de minérios, como toda e qualquer atividade industrial, está direcionado para o lucro. Há, porém, um conceito social que não pode ser desprezado, que é o princípio da conservação dos recursos minerais, por se tratar de bens não renováveis. Como afirmam Luz, Sampaio e França (2010, p. 13), “as reservas dos bens minerais conhecidos são limitadas e não se deve permitir o seu aproveitamento predatório, pois o maior lucro obtido, em menor prazo possível, dificilmente estará subordinado aos interesses sociais”.

### 2.1.2 Operações Unitárias de Beneficiamento

Todo circuito de beneficiamento é constituído por uma sequência de operações denominadas operações unitárias, porque são sempre as mesmas e o que varia é a combinação e a sequência delas, para atender a um determinado objetivo ou às características específicas de um determinado minério. É o que afirma Chaves (v. 1, 2012), além de agrupar as operações unitárias em:

- i. Operações de cominuição: visam colocar as partículas minerais no tamanho adequado às diferentes operações a que devem ser submetidas. São elas, os sucessivos estágios de britagem, necessários para permitir o transporte contínuo do minério e sua estocagem e homogeneização, e a moagem para liberar as partículas de interesse das partículas dos minerais de ganga. Essas operações são sempre auxiliadas por operações de separação por tamanhos, em peneiras e classificadores;
- ii. Operações de concentração: para separar as partículas das diferentes espécies minerais;
- iii. Operações auxiliares: que transportam os diferentes produtos intermediários entre uma operação unitária e outra e separam a água contida nesses produtos. São: transporte de sólidos particulados, transporte de sólidos em suspensão em água (em polpa), estocagem e homogeneização em pilhas, estocagem em silos, espessamento, filtragem e secagem.

As operações de tratamento de minérios, são realizadas, sempre que possível, em meio aquoso, ou seja, a úmido. A mistura de minério e água é chamada polpa. Uma polpa de um concentrado qualquer, obviamente, não pode ser comercializada, é necessário eliminar a água contida, razão pela qual as operações de desaguamento e secagem aparecem em muitos fluxogramas (CHAVES, 2012).

O que deve ser enfatizado é que, na quase totalidade dos casos de aplicação industrial do tratamento de minérios, as inúmeras operações das várias fases se apresentam de forma conjunta, arranjadas sequencialmente com objetivo de maximizar a recuperação dos minerais úteis contidos no minério e adequar os produtos obtidos aos seus usuários. Outro aspecto relaciona-se à principal variável de praticamente todos os processos de tratamento de minérios, é a distribuição de

tamanho das partículas, a distribuição granulométrica. Esta afeta o desempenho de todas as operações e é, em vários casos, uma característica definida como meta em produtos intermediários e/ou finais do tratamento de minérios (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

De acordo com Chaves (2012, v. 1, ed. 4, p. 21) “a figura que representa o processo produtivo é chamada fluxograma. Ela representa as operações unitárias, não os equipamentos. A escolha da sequência correta dessas operações é que vai determinar o sucesso de um dado circuito”.

A Figura 1 mostra um fluxograma típico de tratamento de minérios, com recirculação de água. O minério bruto, denominado ROM, de *run-of-mine*, procedente da etapa de lavra de uma mina passa por diversas operações unitárias, que, segundo Luz, Sampaio e França (2010, p. 4), são classificadas em:

- i. Cominuição: britagem e moagem;
- ii. Peneiramento (separação por tamanhos) e Classificação (ciclonação, classificação em espiral);
- iii. Concentração: gravítica, magnética, eletrostática, flotação, etc.
- iv. Desaguamento: espessamento e filtração;
- v. Secagem: secador rotativo, *spray dryer*, secador de leito fluidizado;
- vi. Disposição de rejeito.

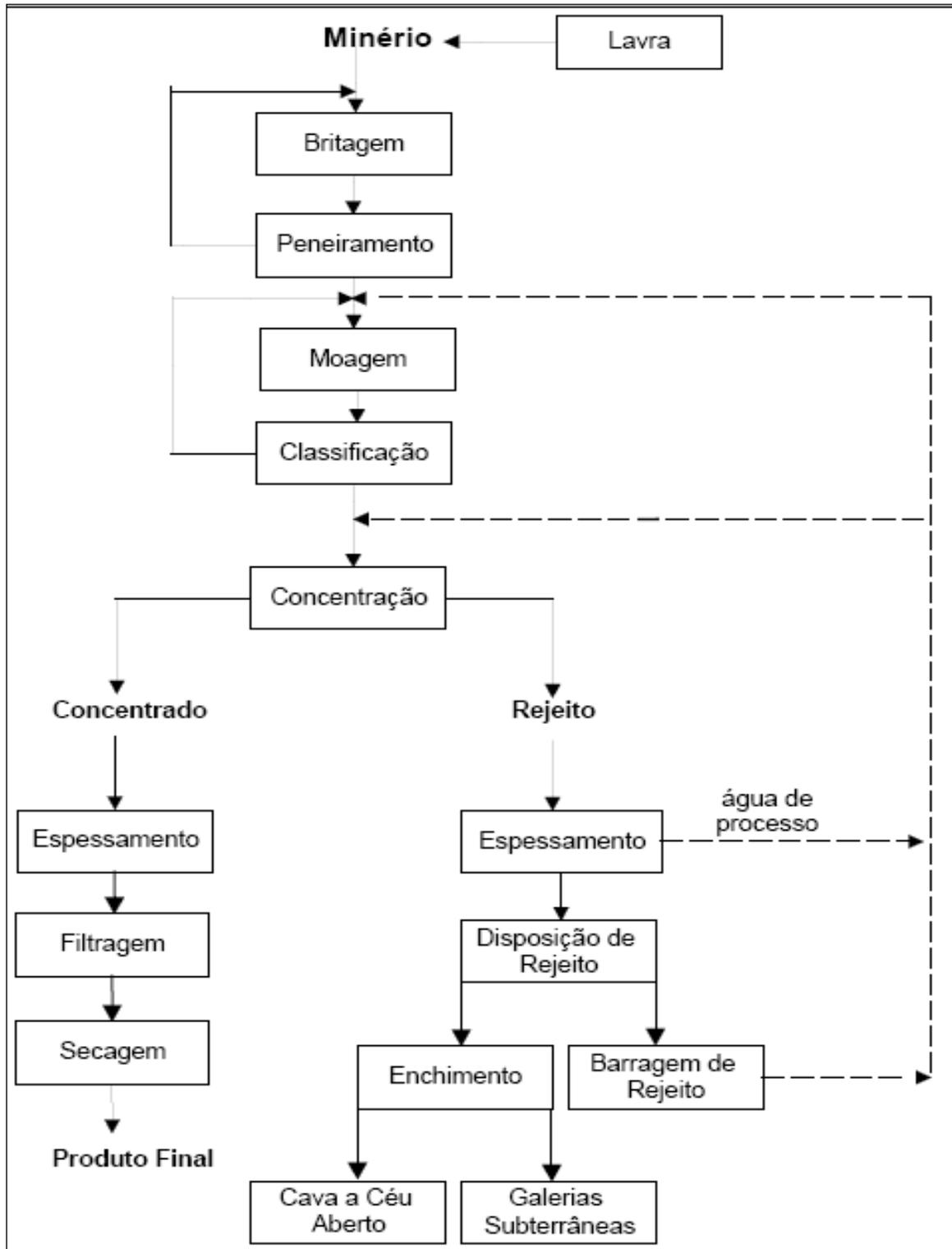


Figura 1 – Fluxograma típico de tratamento de minério.

Fonte: LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010, p. 5.

### 2.1.3 Fragmentação

A fragmentação ou cominuição trata-se de um conjunto de operações que se caracterizam pela redução das dimensões físicas de um dado conjunto de blocos ou partículas, através do rompimento de ligações estruturais. Considera-se o desmonte de rochas por explosivo na mina como o primeiro estágio de fragmentação. Já na usina de tratamento, a cominuição é realizada em etapas que podem ser divididas, de forma geral, em britagem e moagem (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

Segundo Chaves e Peres (2012, v. 3, p. 7) “cominuição é o conjunto de operações de redução de tamanhos de partículas minerais, executado de maneira controlada e de modo a cumprir um objetivo predeterminado”. Os autores afirmam sobre a importância de controlar o tamanho máximo dos produtos, como também o de evitar a geração de quantidades excessivas de finos.

Os principais objetivos da cominuição são, segundo Valadão e Araujo (2007):

- Atingir o grau de liberação necessário para que se possa efetuar a concentração de espécies que têm interesse econômico;
- Atingir as especificações granulométricas exigidas pelo mercado.

Conforme citado anteriormente, as operações de cominuição são a britagem e a moagem. E estas são diferentes entre si não só em termos da faixa de tamanhos considerada, mas principalmente dos mecanismos de redução de tamanhos envolvidos. Na britagem, as partículas grosseiras sofrem a ação de forças de compressão ou de impacto. Já nos processos de moagem, que se restringem às frações mais finas, utiliza-se mecanismos de abrasão e arredondamento, quebra de arestas (CHAVES e PERES, v. 3, 2012).

A britagem é definida como um conjunto de operações que objetiva a fragmentação de blocos de minérios vindos da mina, levando-os a granulometria compatíveis para utilização direta ou para posterior processamento. É um estágio no processamento de minérios, que utiliza, em sucessivas etapas, equipamentos apropriados para a redução de tamanhos convenientes, os britadores (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

A figura 2 exemplifica britadores cônicos utilizados na britagem secundária.

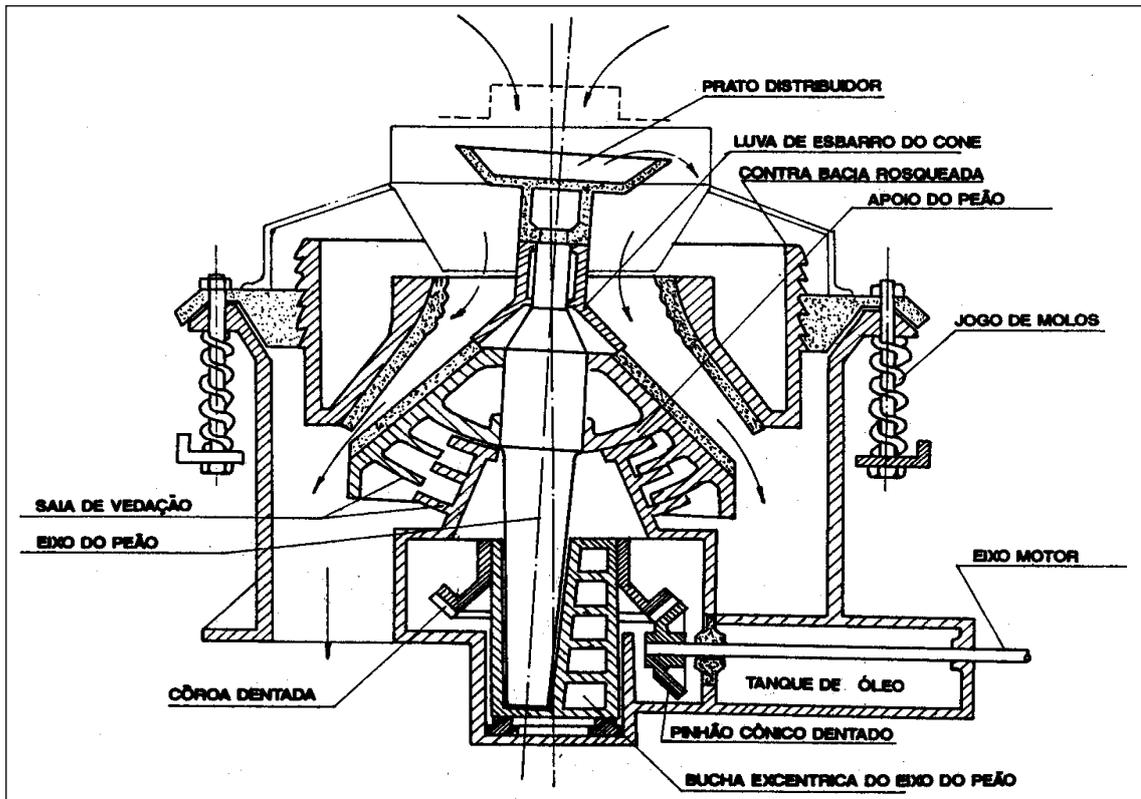


Figura 2 – Britador Cônico.

Fonte: LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010, p. 168.

A moagem é o último estágio da fragmentação, onde as partículas são reduzidas pela combinação de impacto, compressão, abrasão e atrito, a um tamanho adequado à liberação do mineral de interesse, geralmente, a ser concentrado nos processos seguintes (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

Vários equipamentos têm sido desenvolvidos, mas os moinhos de meios revolventes, de carga cadente ou tubulares, são ainda os mais utilizados atualmente. Esses constituem-se de cilindros rotativos onde a fragmentação dos materiais é realizada em seu interior pela ação dos chamados corpos moedores. Esses corpos podem ser barras cilíndricas, bolas ou ainda fragmentos do próprio minério (moagem autógena). Assim, o moinho tem cerca de 50% de seu volume interno ocupado por corpos moedores e por material a ser fragmentado (carga). A fragmentação ocorre através da movimentação da carga, onde barras e bolas giram em contato umas com as outras, prendendo as partículas do material. Além disso, a carga que é arrastada no sentido do movimento circular é alçada a uma altura que será maior ou

menor, dependendo da rotação do moinho. Note-se que, neste caso, a trajetória da carga moedora é circular na zona de alçamento e parabólica na zona de queda (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

Os objetivos da moagem são os seguintes, segundo Chaves e Peres (v. 3, 2012):

- Liberação das espécies minerais para adequação às operações de concentração subsequentes;
- Adequação de produtos às especificações granulométricas industriais;
- Transporte em minerodutos: concentrado de fosfato na antiga Fosfértil, hoje Vale Fertilizantes, *pellet feed* da Samarco;
- Adequação ao uso subsequente: moagem do *pellet feed* para a pelletização;
- Aumento da área de superfície para facilitar a reação química em processos hidrometalúrgicos.

Os moinhos de carga cadente (de barras, bolas ou seixos) são os mais importantes e presentes na maioria das instalações industriais. Os moinhos de martelo têm sua faixa de aplicação para materiais específicos, como calcários e carvão. Para aplicações especiais, utilizam-se moinhos vibratórios, de discos, de impacto de partículas e outros (CHAVES e PERES, v. 3, 2012).

A figura 3 ilustra um moinho cilíndrico, o mais utilizado na etapa de moagem.

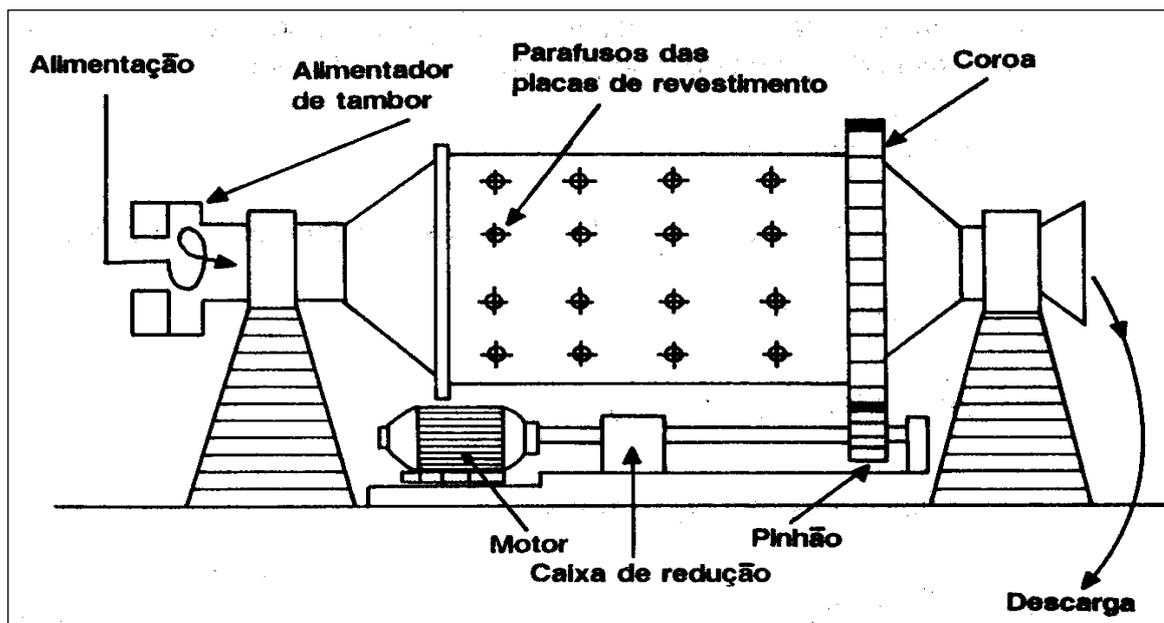


Figura 3 – Moinho Cilíndrico.

A importância da operação de fragmentação pode ser percebida em toda a sua magnitude, quando destaca-se que a maior parte da energia gasta no processamento de minérios é absorvida pela fragmentação. Sendo assim, supõe-se que grande parte dos custos operacionais de uma usina de tratamento de minérios se deve à fragmentação (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

#### 2.1.4 Separação por Tamanho

Em usinas industriais, a realização da separação por tamanho tem a finalidade de adequar a granulometria de produtos, intermediários e/ou finais, do processamento. Os métodos utilizados são divididos, de forma geral, em peneiramento industrial e classificação em meio fluido (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

Segundo Chaves e Peres (2012, v. 3, p. 132) o peneiramento é uma operação “de separação de uma população de partículas em duas frações de tamanhos diferentes, mediante a sua apresentação a um gabarito de abertura fixa e predeterminada. Cada partícula tem apenas duas possibilidades; passar ou ficar retida”.

O peneiramento industrial é, segundo Valadão e Araujo (2007, p. 61), “a operação de separação por tamanho realizada industrialmente e que utiliza superfícies com aberturas geométricas de formas variadas. Nessa separação são gerados dois produtos: o material retido (*oversize*) e o material passante (*undersize*)”.

Os equipamentos utilizados no peneiramento podem ser divididos em três tipos, segundo Luz, Sampaio e França (2010):

- i. Grelhas – constituídas por barras metálicas dispostas paralelamente, mantendo um espaçamento regular entre si;
- ii. Crivos – formados por chapas metálicas planas ou curvas, perfuradas por um sistema de furos de várias formas e dimensão determinada;
- iii. Telas – constituídas por fios metálicos trançados geralmente em duas direções ortogonais, de forma a deixarem entre si malhas ou

aberturas de dimensões determinadas, podendo estas serem quadradas ou retangulares.

Conforme Luz, Sampaio e França (2010), os equipamentos também podem ser classificados de acordo com o seu movimento em:

- a) Fixas – onde a única força atuante é a força da gravidade e por isso esses equipamentos possuem superfície inclinada. Como exemplos, temos as grelhas fixas e peneiras DSM.
- b) Móveis – têm vibração. Exemplos: grelhas rotativas, peneiras rotativas (*trommel*) e peneiras vibratórias (figura 4).

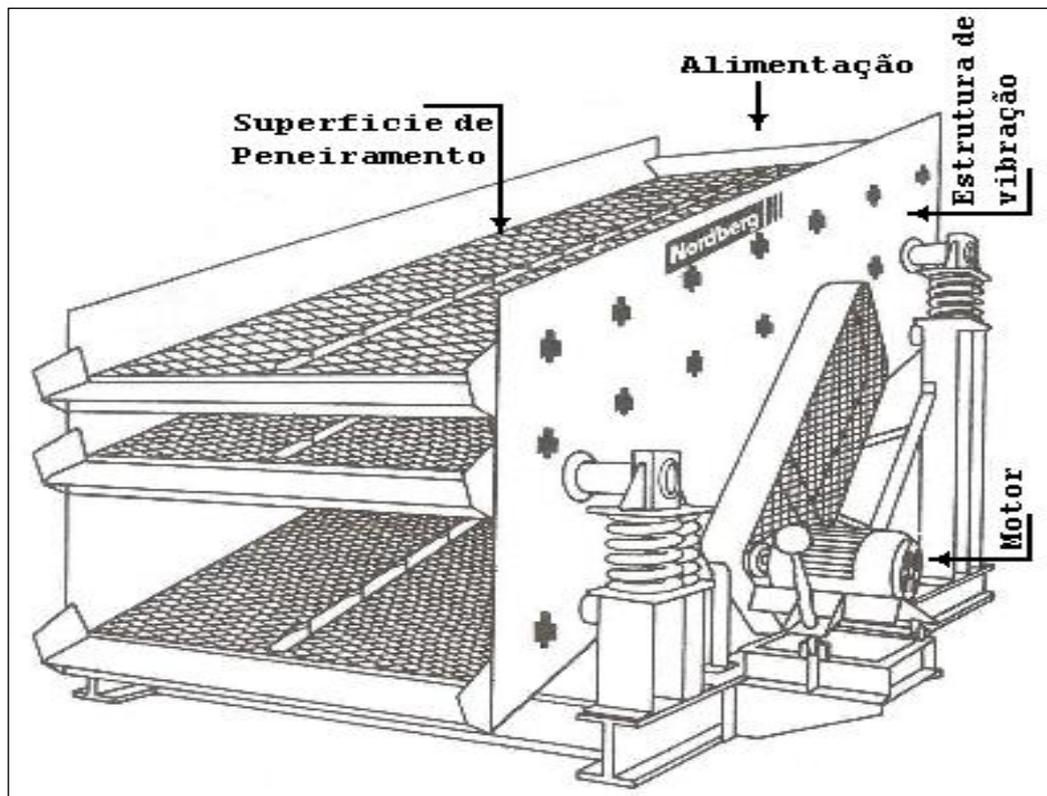


Figura 4 – Representação de uma Peneira vibratória.

Fonte: LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010, p. 282.

Segundo Valadão e Araujo (2007, p. 69) “a classificação é aplicada, em escala industrial, em faixas granulométricas mais finas, para a separação por tamanhos, com base nas diferenças de comportamento das partículas em meio fluido”.

Os classificadores consistem essencialmente de uma coluna de separação, na qual o fluido, seja líquido ou gasoso, está ascendendo a uma velocidade uniforme. As partículas introduzidas na coluna de separação sobem ou descem de acordo com suas velocidades terminais. Assim dois produtos são obtidos: um *overflow* consistindo de partículas com velocidade terminal menor que a velocidade do fluido e sobem; e um *underflow* de partículas com velocidade terminal maior do que a do fluido e descem (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

Os hidrociclones são mundialmente utilizados para esse fim, têm a sua maior aplicação em circuitos fechados de moagem e tem como princípio básico de separação a sedimentação centrífuga. A polpa é injetada sob pressão no aparelho e como resultado de sua entrada tangencial cria-se um redemoinho no seu interior. As partículas grossas tendem a ser arremessadas às paredes e descarregadas na abertura inferior, o *apex*, constituindo o *underflow*. Já as partículas mais finas, menos densas e grande parte da fase líquida são dirigidas para o centro e saem por cima, no *vortex finder*, constituindo o *overflow*, conforme figura 5 (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

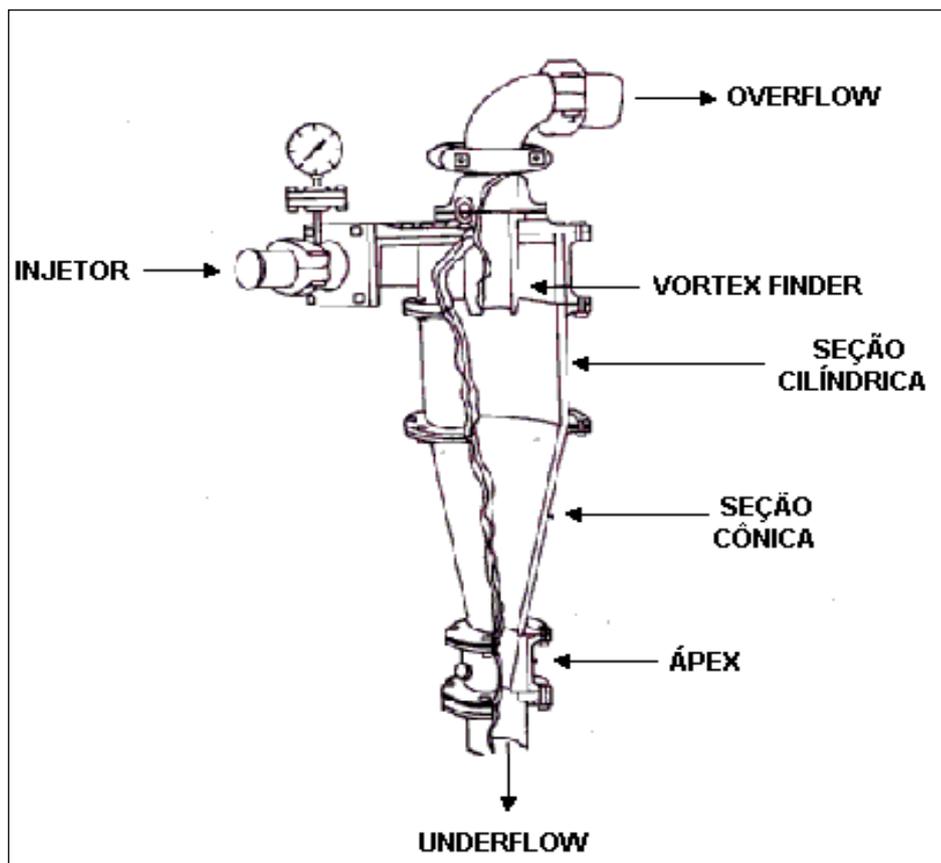


Figura 5 – Hidrociclone convencional.

Luz, Sampaio e França listam as principais aplicações para os hidrociclones (2010):

- i. Espessamento: eliminar a maior parte da água de uma polpa;
- ii. Deslamagem: elimina as partículas mais finas;
- iii. Classificação: utilizado no fechamento de circuito de moagem onde o *underflow* do hidrociclone retorna ao moinho;
- iv. Classificação seletiva: uma configuração de hidrociclones em série, onde é possível obter um conjunto de produtos com granulometria definida;
- v. Pré-concentração: utilizando hidrociclones de fundo chato, pode-se realizar concentração por gravidade onde os minerais mais densos são descartados pelo *underflow*.

O termo deslamagem refere-se à eliminação de lamas, indesejáveis para a operação unitária subsequente, como a flotação ou separação em meio denso, e é um tanto vago em termos granulométricos. Geralmente significa a eliminação de uma grande quantidade de material fino, sem uma conotação granulométrica precisa. E a ciclonagem é a operação de classificação executada em equipamentos denominados ciclones, vistos anteriormente (CHAVES, v. 1, 2012).

#### 2.1.5 Métodos de Concentração

Conforme visto anteriormente, a concentração de minerais requer três condições básicas: liberabilidade, diferenciabilidade e separabilidade dinâmica. A liberação dos grãos dos diferentes minerais é obtida através das operações de fragmentação, britagem e moagem, intercaladas com etapas de separação por tamanho. A separabilidade dinâmica está diretamente ligada aos equipamentos utilizados. As máquinas de flotação se caracterizam por possuírem mecanismos capazes de manter as partículas em suspensão e de possibilitar a aeração da polpa. E a diferenciabilidade é a base da seletividade do método de concentração (CHAVES, 2009, v. 4).

A concentração é a etapa em que ocorre a separação da ou das espécies úteis e é realizada por sistemas dinâmicos, em que a resultante de um conjunto de forças confere trajetórias diferentes às partículas, de modo a separá-las com base em uma propriedade diferenciadora, que pode ser cor, brilho, susceptibilidade magnética,

condução de cargas e propriedades de superfície naturais ou induzidas. Os métodos de concentração podem ser divididos em: métodos densitários ou gravíticos, métodos magnéticos, métodos elétricos, flotação e outros métodos (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

O processo de flotação, do inglês *froth flotation*, é, talvez, o processo mais importante do ponto de vista da tonelagem de minérios processada em todo o mundo. Baseiam-se em propriedades muito menos evidentes que as anteriores relatadas. É uma separação feita numa suspensão em água (polpa). As partículas são obrigadas a percorrer um trajeto e, num dado instante, as partículas que se deseja flotar são levadas a abandoná-lo, tomando o rumo ascendente. A diferenciação entre as partículas é dada pela sua capacidade de se prenderem a bolhas de gás, geralmente ar. Se uma bolha consegue capturar a partícula, a densidade do conjunto partícula-bolhas torna-se menor que a do fluido e o conjunto se desloca verticalmente para a superfície, enquanto as demais partículas mantêm inalterada a sua rota. A capacidade de atrair ou repelir as bolhas de ar é obtida mediante a adição criteriosa de compostos químicos ao sistema (CHAVES, 2012).

Esse conceito está associado à sua umectabilidade ou molhabilidade pela água. Partículas mais hidrofóbicas são menos ávidas por água. O conceito oposto é chamado de hidrofiliabilidade. Em termos de polarização, os compostos químicos se dividem em polares e apolares, em função de apresentarem ou não um dipolo permanente. A importância da polaridade reflete-se no fato de que existe afinidade entre substâncias ambas polares ou ambas apolares (ou não polares), não havendo, geralmente, afinidade entre uma substância polar e outra apolar (CHAVES, 2009).

Além da flotação propriamente dita, outras operações auxiliares estão envolvidas, segundo Chaves (2009, v. 4). São elas:

- Condicionamento para colocar em contato os reagentes com as partículas minerais;
- Dosagem e adição de reagentes;
- Adensamento das polpas para permitir o condicionamento;
- Atrição das superfícies das partículas para remover a cobertura de argilas ou óxidos;
- Deslamagem para eliminar finos e argilo-minerais nocivos ao processo;
- Transporte das polpas e espumas;
- Instrumentação e o controle automático do processo.

Conforme visto e segundo Chaves (2009, p. 28), “a terceira condição básica essencial à flotação, separabilidade dinâmica, envolve a utilização de um equipamento que apresente desempenho metalúrgico e capacidade adequados à realidade industrial”.

Segundo Chaves (2009), nos 100 anos de existência da flotação foram desenvolvidos e utilizados inúmeros equipamentos. Mas o que se consolidou na prática industrial foi a célula mecânica de subaeração. Um novo equipamento revolucionou o universo de máquinas de flotação a partir dos anos 80 do século passado: a coluna de flotação.

As células de flotação são tanques projetados para receber continuamente a polpa a ser flotada, por uma das suas faces laterais, descarregar a espuma pela sua parte superior e descarregar o restante da polpa com o deprimido pela sua face oposta. A regra é usar conjunto de células, de modo a garantir que todas as partículas que podem ser flotadas o sejam (CHAVES, 2009).

O modelo de coluna que apresenta maior aplicação em escala industrial, não só no Brasil como em todo o mundo, é o conhecido como coluna canadense, conforme a figura 6.

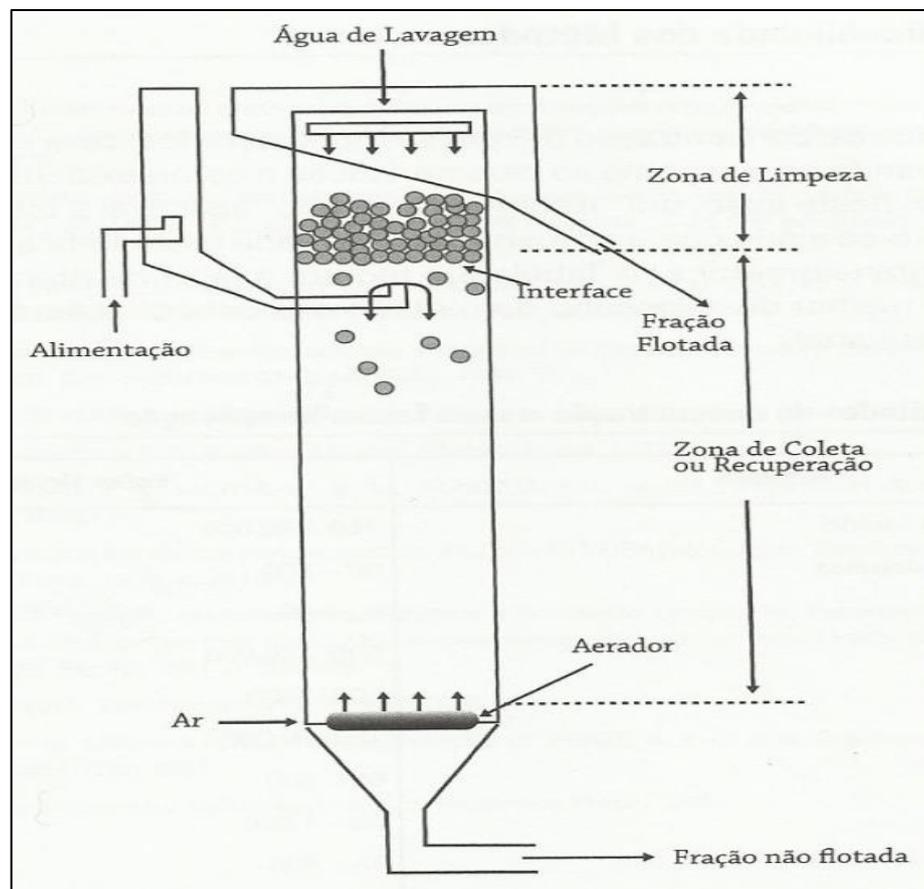


Figura 6 – Esquema básico de uma Coluna de Flotação.

Fonte: VALADÃO e ARAUJO, 2007, p. 137.

### 2.1.6 Separação Sólido-Líquido

A separação sólido-líquido é uma etapa muito importante nas usinas de processamento mineral. As operações têm como objetivo: a recuperação e/ou recirculação de água, a preparação de polpas com porcentagem de sólidos adequada a etapas seguintes, o desaguamento final de concentrados e a preparação de rejeitos para o descarte (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

Um dos objetivos das operações de desaguamento é reduzir a umidade de produtos para sua utilização final ou venda, ou para atingir as condições exigidas pelas operações unitárias subsequentes. Vários equipamentos podem ser utilizados: peneiras vibratórias horizontais, peneiras DSM, classificadores espiral, cones desaguadores, ciclones desaguadores, pilhas e silos de drenagem. As centrífugas, muito usadas na indústria química, são praticamente restritas às indústrias de carvão e caulim. Os equipamentos mais utilizados no geral são os espessadores e os filtros a vácuo (CHAVES, 2010).

Espessamento é uma operação de separação sólido-líquido de polpas, por sedimentação em grande escala. Realizada num tanque denominado espessador, com o propósito de receber uma polpa diluída, entre 5 e 10% de sólidos, e obter um produto adensado no underflow tão adensado quanto seja possível bombear ou obter, entre 65 e 75% de sólidos. Os espessadores são equipamentos grandes, caros e geralmente ficam instalados fora da usina (CHAVES, 2010).

Os espessadores são constituídos de um tanque cilíndrico-cônico. Os diâmetros variam de alguns até dezenas de metros. São alimentados pelo centro, onde as partículas sólidas sedimentam e são retiradas pelo fundo, no ápice da porção cônica (*underflow*), enquanto que o líquido sobrenadante transborda e é recolhido em uma calha que circunda o tanque (*overflow*). Espessadores para concentrados de flotação geralmente contém um dispositivo para conter a espuma mais persistente e impedir que ela chegue à calha de *overflow*, como por exemplo esguichos de água que empurram a espuma (CHAVES, 2010).

A seguir, na figura 7, um exemplo de espessador contínuo convencional.

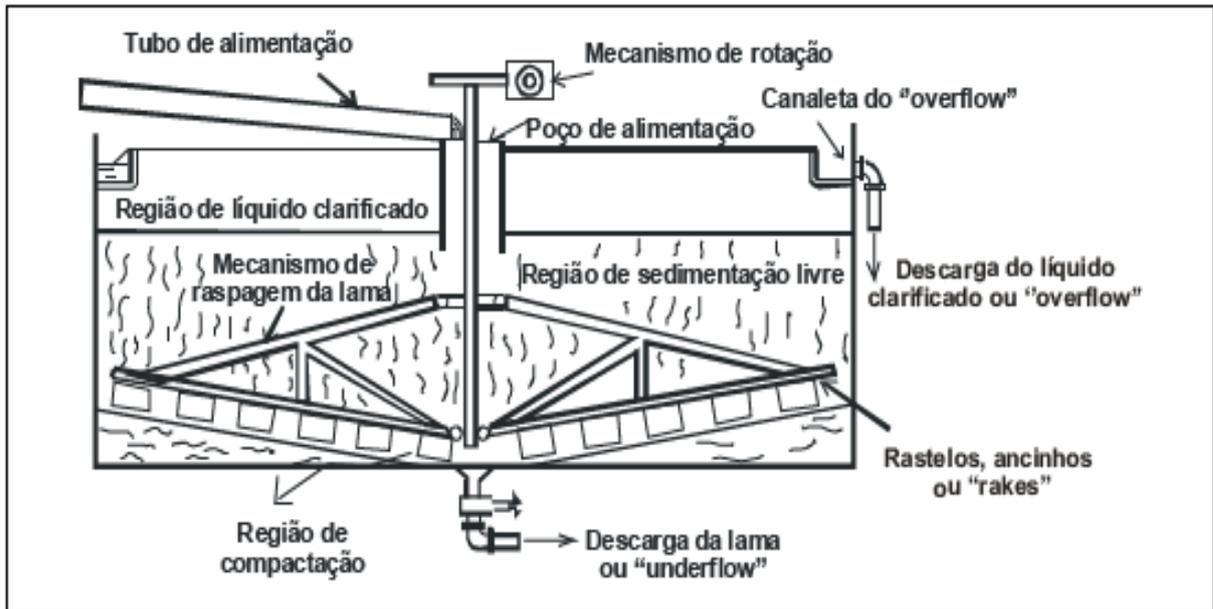


Figura 7 – Esquema operacional de um Espessador contínuo convencional.

Fonte: LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010, p. 653.

A filtração, ou filtração, é uma operação de separação sólido-líquido, empregada nas usinas de processamento mineral, que se caracteriza pela passagem de uma polpa através de um meio filtrante, de forma que ocorra retenção do sólido e a passagem do líquido. É utilizada com objetivo de retirada de água de concentrados e rejeitos finais, e maximização da recuperação de espécies dissolvidas em processos hidrometalúrgicos (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

No tratamento de minérios, geralmente utilizam-se filtros a vácuo para o desaguamento final de concentrados ou mesmo de outros produtos, até umidades inferiores a 15%. A operação é contínua e sempre cíclica, com o ciclo composto das seguintes fases: formação da torta – acúmulo de um volume de minério junto ao meio filtrante; secagem – aspiração da água contida na torta através do meio filtrante; e descarga – descarregamento da torta (CHAVES, 2010).

### 2.1.7 Manuseio de Materiais

A concentração de minerais é realizada através de sucessivas operações de tratamento de minérios, envolvendo diversas operações unitárias de fragmentação

grosseira (britagem), fragmentação fina (moagem), classificações diversas, concentrações, separações sólido-líquido etc. O minério é transferido de uma operação para outra na forma de fragmentos (via seca) ou na forma de polpa (em meio aquoso). O minério é estocado em pilhas e/ou silos, misturado, homogeneizado, transferido de uma seção para outra em forma de sólidos ou polpa, e este conjunto de operações costuma ser designado por manuseio dos materiais (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

A movimentação de sólidos em instalações de tratamento de minérios é uma operação fundamental e, geralmente, confiada a transportadores de correia, que são usados como um sistema contínuo de transporte de minérios fragmentados, colaborando também com as importantes funções de estocagem e retomada de minérios a granel (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

Assim, transportador de correias é definido, segundo Valadão e Araujo (2007, p. 164) “como um arranjo de componentes mecânicos que suportam e possibilitam a movimentação da correia transportadora que, por seu turno, carrega o material fragmentado de um determinado ponto para outro”.

No processamento de minérios, como regra geral, a britagem, a estocagem em pilhas e silos e o peneiramento grosseiro são feitos a seco. Todavia, as demais operações são feitas a úmido. Assim, são adicionadas ao circuito quantidades substanciais de água, dando origem a uma mistura heterogênea denominada polpa, constituída de partículas sólidas em suspensão em um meio aquoso. É mais conveniente trabalhar a úmido do que a seco, pois a água facilita o transporte das partículas sólidas, absorve o excesso de calor gerado, impede a geração de poeiras, entre outros (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

A movimentação de polpas na indústria mineral é, normalmente, feita por bombas centrífugas adaptadas a polpas. A seguir, na figura 8, uma foto de uma bomba de polpa centrífuga, do modelo Warman WBH.



*Figura 8 – Bomba de polpa centrífuga.*

Fonte: Acervo do autor.

### 2.1.8 Barragens de Rejeitos

Em uma operação mineira são gerados dois tipos de materiais que precisam ser dispostos: os estéreis de mineração e os rejeitos de beneficiamento. Os estéreis são materiais de cobertura ou minérios de teor inferior ao teor de corte, que precisam ser removidos para liberar os blocos de minério que serão lavrados e são dispostos em bota-foras como rotina na operação da mina. Já os rejeitos são a fração descartada pela usina no esforço de produzir o concentrado (CHAVES, 2012).

A disposição desses rejeitos implica certamente em aumento dos custos de produção e, por isso, o objetivo das minerações é guardar os rejeitos da maneira mais segura e barata possível. Os rejeitos são normalmente transportados à bacia de deposição por via hidráulica, a aproximadamente 40% da relação sólido/líquido, sendo as barragens de rejeito projetadas para garantir a estabilidade da estrutura e estanqueidade do resíduo estocado, não permitindo a fuga do mesmo para o meio externo (VALADÃO e ARAUJO, 2007).

A barragem de rejeitos é uma peça integrante do processo de beneficiamento e trabalha de forma integrada com ele. A disposição de rejeitos é, na realidade, mais uma operação unitária do processo de beneficiamento. A barragem consiste de um

maciço de argila compactada, construído num local conveniente, sempre um vale apertado, fechando uma bacia com razoável capacidade de acumulação. É complementada por um sistema de drenagem do excesso de água e por um extravasor de concreto, capaz de auxiliar a drenagem na eventualidade de chuvas ou inundações extraordinárias (CHAVES, 2012).

Tais estruturas devem atender às exigências de proteção ambiental e de segurança, além de inserir-se como parte integrante do processo produtivo, atendendo também as necessidades de recuperação e introdução da água nos circuitos da mina e da usina de concentração. Deve-se também ter como horizonte a possibilidade de, no futuro, reaproveitar este rejeito como um bem mineral, já que o avanço tecnológico e a escassez de bens minerais poderão viabilizar este empreendimento (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

A imagem a seguir, figura 9, exemplifica uma barragem de rejeitos com suas características, no caso, uma barragem de rejeito da produção de fosfato, da empresa Vale Fertilizantes, em Tapira-MG.



*Figura 9 – Barragem de rejeitos.*

Fonte: Adaptado de [www.tapirateen.com.br](http://www.tapirateen.com.br). Acesso em 20 mai. 2015.

Segundo Luz, Sampaio e França (2010), outro fator muito importante na localização de uma usina de beneficiamento de minérios está relacionado à bacia para disposição de rejeitos. As leis ambientais, cada vez mais exigentes com o uso da água e no controle dos efluentes, geram uma nova concepção dos projetos das unidades de beneficiamento.

Diversas usinas de processamento captam água em mananciais e pagam pelo seu uso. Em algumas unidades de processamento, a água é recuperada e reutilizada para minimizar os custos operacionais, reduzir a quantidade de efluentes para o meio ambiente. Esse emprego da água reutilizada reduz bastante a necessidade de água nova na usina e minimiza os custos de captação (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

Para o abastecimento na mineração, a água basicamente vem de fontes subterrâneas, de superfície e as chamadas águas de reciclagem. As de origem superficial são aquelas oriundas de barragens ou grandes reservatórios, rios, lagos, dentre outras. As subterrâneas são mais utilizadas onde há carência de água superficial e seu custo de obtenção pode ser mais elevado. Já as águas de reciclagem vêm de barragens de rejeitos ou resultante dos processos de desaguamento por filtragem, espessamento, peneiramento (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

A discussão sobre o uso da água, seu abastecimento, consumo, qualidade e preservação não constitui uma questão específica da mineração, pelo contrário, trata-se de uma questão global, que atinge a todas as sociedades. O equívoco de se considerar a água um bem mineral renovável e abundante adquire um novo foco, isto é, o termo escassez faz parte do cotidiano dos usuários desse bem mineral. Diante dessa realidade, há na mineração a consciência viva da utilização racional da água, em perfeito equilíbrio com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Resta, apenas, tornar comum a todos, a prática dessa consciência (LUZ, SAMPAIO e FRANÇA, 2010).

## **2.2 Manutenção Industrial**

Este subcapítulo do trabalho busca descrever detalhadamente a Manutenção industrial, contendo informações sobre sua abrangência nas indústrias, os tipos de manutenção existentes e a associação com a qualidade total através da Manutenção produtiva total e os termos de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade. A área de manutenção, bem como seus empregados, também são importantes objetos da pesquisa realizada neste trabalho.

### **2.2.1 Introdução**

As atividades de manutenção resultam de ações tomadas no dia a dia para prevenir ou corrigir eventuais anomalias ou falhas detectadas nos equipamentos pelos operadores de produção ou pelas equipes de manutenção. Estas devem ser executadas sistematicamente pelos departamentos de produção e de manutenção através do cumprimento dos padrões de operação e manutenção dos equipamentos, incluindo os padrões de limpeza, lubrificação, inspeção, reforma, troca de peças, teste funcional, dentre outros. Já as atividades de melhoria visam a melhorar suas condições originais de operação, desempenho e confiabilidade, através da incorporação de modificações ou alterações no seu projeto ou configuração original. E tem como objetivo atingir novos patamares de produtividade para os equipamentos. As atividades de melhoria requerem ações específicas – tanto técnicas quanto gerenciais – que resultam na modificação de padrões e procedimentos existentes (XENOS, 1998).

Assim, pode-se considerar que o objetivo da manutenção não é somente o de manter ou restaurar as condições físicas do equipamento, mas de também manter suas capacidades funcionais. Sendo que a manutenção da condição física do equipamento tem como objetivo final a manutenção da sua capacidade funcional, além da qualidade do produto, da segurança e da integridade do meio ambiente (XENOS, 1998).

### 2.2.2 Tipos de Manutenção

A maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes. Os principais tipos de manutenção (Figura 10) são, segundo Kardec e Nascif (2009, p. 37):

- Manutenção Corretiva Não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Engenharia de Manutenção.

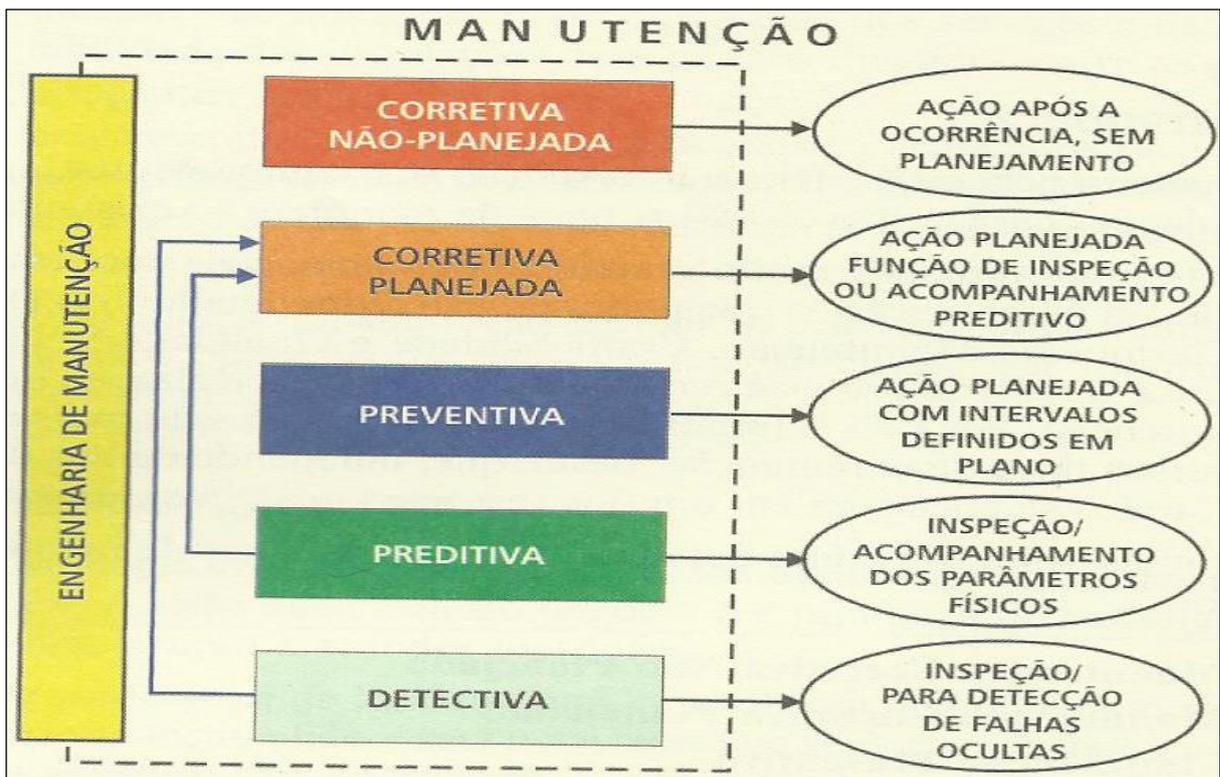


Figura 10 – Tipos de Manutenção.

Fonte: KARDEC e NASCIF, 2009, p. 38.

É importante observar que existem várias ferramentas disponíveis que permitem a aplicação desses seis tipos principais de manutenção citados anteriormente. Destacam-se, segundo Kardec e Nascif (2009):

- Manutenção Produtiva Total (TPM) ou *Total Productive Maintenance*;
- Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) ou *Reliability Centered Maintenance*;
- Manutenção Baseada na Confiabilidade (RBM) ou *Reliability Based Maintenance*.

#### 2.2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos equipamentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente, e se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores (VIANA, 2002).

Conforme Mirshawka (1991, p. 104) trata-se de “uma política de manutenção que corresponde a uma atitude de reação aos eventos mais ou menos aleatórios e que se aplica após a avaria”.

A manutenção corretiva sempre é feita depois que a falha já ocorreu. Do ponto de vista do custo de manutenção, a manutenção é mais barata do que prevenir falhas nos equipamentos. Em compensação pode causar grandes perdas para a organização devido às interrupções da produção, por isso deve-se analisar se a manutenção corretiva é mesmo uma boa e viável opção (XENOS, 1998).

Conforme Kardec e Nascif (2009) a manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes: corretiva não planejada e corretiva planejada.

A corretiva não planejada, também conhecida como manutenção corretiva não programada ou emergencial. Caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja por falha ou desempenho menor que o esperado, onde não há tempo para preparação do serviço. Infelizmente, ainda é mais praticado do que deveria nos dias atuais (KARDEC e NASCIF, 2009).

E a manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido, mais seguro e de melhor qualidade que um trabalho não planejado. A característica principal desse tipo de manutenção é função

da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento (KARDEC e NASCIF, 2009).

#### 2.2.2.2 *Manutenção Preventiva*

A manutenção preventiva se refere a todo serviço realizado em máquinas que não estejam em falha, estando isto em condições operacionais ou em estado de zero defeito. São serviços realizados em intervalos pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha e proporcionar um bom andamento das atividades produtivas (VIANA, 2002).

Já segundo Kardec e Nascif (2009, p. 42) “manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”.

Uma parada do processo de produção ocasionada por uma falha inesperada aumenta os custos de manutenção e produção, além de se configurar em um contraponto do objetivo da manutenção industrial. As manutenções preventivas visam reduzir essas ocorrências, proporcionando um melhor controle sobre o funcionamento dos equipamentos, além de oferecer condições de melhoramento dos métodos, visto que à medida que se atua em um equipamento permite-se a visualização de seus pontos com mais nitidez, fazendo com que os métodos de trabalho neste sejam constantemente atualizados (VIANA, 2002).

Xenos (1998) afirma que as principais ações preventivas são tomadas sistematicamente durante a fase de operação dos equipamentos, desde sua entrega pelo fabricante até sua substituição. Afirma também que para eliminar falhas mais cedo possível, ações preventivas podem ser tomadas na fase de projeto do equipamento, através da introdução de melhorias antes deste ser colocado em operação, método este, citado anteriormente, como prevenção da manutenção.

Se por um lado a manutenção preventiva proporciona um conhecimento prévio das ações e ajuda no gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, por outro, em contrapartida, promove a retirada do equipamento ou sistema de operação para execução dos serviços programados, gerando possíveis questionamentos quanto à política de manutenção preventiva. Outro ponto negativo em relação à

manutenção preventiva é a introdução de defeitos não existentes nos equipamentos devido: falha humana; falha de sobressalentes; contaminações introduzidas no sistema de óleo; danos durante partidas e paradas; falhas dos procedimentos de manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

### 2.2.2.3 *Manutenção Preditiva*

Definida como as tarefas de manutenção preventiva que visam acompanhar o equipamento e suas peças, por monitoramento, medições ou controle estatístico, tentando prever a ocorrência de falha. Tem como objetivo determinar o tempo correto da necessidade de intervenção evitando desmontagens para inspeção e utilizar o equipamento até o máximo de sua vida útil (VIANA, 2002).

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 44) “manutenção preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Segundo esses autores, através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição do equipamento e a ação de correção é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.

Já Mirshawka (1991) afirma que manutenção preditiva ou previsional é uma expressão norte americana, onde se permite reajustar as previsões das operações de manutenção a efetuar, estimando-se a tendência evolutiva do funcionamento não adequado detectado no equipamento e o tempo durante o qual é possível continuar a utilizá-lo antes da avaria.

O fundamento do método de manutenção preditiva consiste em admitir que a existência de um defeito ou irregularidade dá origem a uma reação sobre determinados parâmetros, que podem ser medidos e verificados precisamente. Esses parâmetros são a base da preditiva e dependem do equipamento, cuja operação indicará o que ser medido, assim como os dispositivos disponíveis indicarão como medir (NEPOMUCENO, 1989).

A manutenção preditiva é considerada com uma grande quebra de paradigma na manutenção e quanto mais se intensifica o conhecimento tecnológico desenvolvem-

se equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento (KARDEC e NASCIF, 2009).

A manutenção preditiva será mais eficiente quanto mais rápido for detectada a variação, tornando possível prever com antecedência as providências a serem tomadas antes de uma parada não programada com consequências graves para o sistema produtivo. Por isso, é muito importante que os responsáveis pela manutenção estejam em condições de determinar os parâmetros de cada caso particular, estabelecer os limites admissíveis para operação, implantar método de medição, acompanhar e registrar valores observados nas medições e suas variações com o funcionamento do equipamento (NEPOMUCENO, 1989).

Com a adoção da manutenção preditiva a redução de acidentes por falhas catastróficas em equipamentos é significativa. A ocorrência de falhas inesperadas também é reduzida, gerando um aumento de segurança pessoal e operacional da instalação, redução de paradas da produção, que dependendo do processo, implicam em grandes prejuízos (KARDEC e NASCIF, 2009).

A tecnologia disponível nos dias de hoje permitiu o desenvolvimento de várias técnicas de manutenção preditiva, algumas caras e sofisticadas. Mesmo assim, as empresas devem praticar a preditiva, por se tratar de um método bastante eficaz e que traz bons resultados (XENOS, 1998).

Nas indústrias existe uma variedade enorme de máquinas, equipamentos e instalações. Por esse motivo, a manutenção preditiva deve ser estabelecida cuidadosamente, com informações precisas sobre cada equipamento para realizar a verificação dos parâmetros ou variáveis que realmente interessam à manutenção (NEPOMUCENO, 1989).

A manutenção preditiva será geralmente primordial em equipamentos ou máquinas vitais para a produção, aos equipamentos cuja pane compromete a segurança e às máquinas críticas, cujas avarias são frequentes e onerosas (MIRSHAWKA, 1991).

Dentre as condições, destacam-se as variáveis analisadas segundo Kardec e Nascif (2009, p. 237-240):

- Lubrificação: qualidade do óleo;

- Forças: vibração, deformação, tensão, ruído, fadiga, impacto, vibração eletromagnética e energia de choque em rolamentos;
- Calor: temperatura;
- Espessura e integridade: corrosão, erosão, abrasão, trincas e desgaste;
- Energia: tensão, corrente, resistência e capacitância.

A detecção de vazamentos também constitui um dos grandes problemas nas indústrias. Sua detecção e reparo são vitais tanto para o aspecto de segurança quanto de custos e de preservação de energia e do meio ambiente (KARDEC e NASCIF, 2009).

#### 2.2.2.4 Engenharia de Manutenção

Engenharia de manutenção é o suporte técnico da manutenção dedicado a consolidar a rotina e implantar melhorias, que tem como principais atribuições, segundo Kardec e Nascif (2009):

- Aumentar a confiabilidade e a disponibilidade;
- Melhorar a manutenibilidade;
- Aumentar a segurança;
- Eliminar problemas crônicos;
- Solucionar problemas tecnológicos;
- Melhorar a capacitação do pessoal;
- Gerir materiais e sobressalentes;
- Participar de novos projetos;
- Dar suporte à execução;
- Fazer Análise de Falhas e estudos;
- Elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer sua análise crítica;
- Acompanhar os indicadores;
- Zelar pela documentação técnica.

Adotar a engenharia de manutenção significa para as empresas perseguir um padrão de excelência em seu processo aplicando técnicas modernas, buscando sempre melhorar as condições de equipamentos, do processo, de segurança e do

meio ambiente, além de gerar uma redução de custos de manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

#### 2.2.2.5 *Manutenção Produtiva*

Trata-se da melhor aplicação dos vários métodos de manutenção, visando otimizar os fatores econômicos da produção e garantir a melhor utilização e produtividade dos equipamentos com o menor custo. Abrange todas as etapas do ciclo de vida dos equipamentos, desde a sua especificação até o sucateamento, levando em conta os custos de manutenção e produtividade. A manutenção produtiva é uma maneira de pensar, um conjunto de métodos de manutenção que busca a estreita cooperação com os outros departamentos da empresa (XENOS, 1998).

##### 2.2.2.5.1 *Manutenção Produtiva Total - MPT*

Teve início no Japão após a segunda Guerra Mundial, através da empresa *Nippon Denso KK*, integrante do grupo Toyota, e surgiu devido à vários fatores econômicos e sociais que passaram a imprimir ao mercado exigências cada vez mais rigorosas, obrigando as empresas a serem mais competitivas para sobreviver. Com isso as empresas foram obrigadas a buscar: eliminação dos desperdícios, obter o melhor desempenho dos equipamentos, reduzir interrupções e paradas de produção por quebras ou intervenções, redefinir o perfil de conhecimento e habilidades dos empregados de produção e manutenção, e modificar a sistemática de trabalho (KARDEC e NASCIF, 2009).

Utilizando a sistemática de grupos de trabalho CCQ – Círculos de Controle de Qualidade ou ZD – Defeito Zero (*Zero Defects*), segundo Kardec e Nascif (2009), foram disseminados os seguintes conceitos, base do TPM:

- Cada um deve exercer o autocontrole;
- A minha máquina deve ser protegida por mim;
- Homem, máquina e empresa devem estar integrados;
- A manutenção dos meios de produção deve ser preocupação de todos.

Como visto acima, a MPT também é conhecida como TPM – *Total Productive Maintenance*, e são atividades de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa, e está entre os métodos mais eficazes para transformar uma indústria em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com a conjuntura atual e com as mudanças da sociedade contemporânea (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

Os autores Takahashi e Osada afirmam sobre a transformação necessária:

A primeira exigência para essa transformação é que todos (inclusive a alta gerência, os supervisores e os operários) voltem sua atenção a todos os componentes da fábrica – matrizes, dispositivos, ferramentas, instrumentos industriais e sensores – reconhecendo a importância e o valor do gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com as tendências contemporâneas. É imprescindível compreender o gerenciamento orientado para o equipamento, pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo (TAKAHASHI e OSADA, 1993, p. 1).

A ênfase da TPM é no respeito ao indivíduo, sendo, neste sentido, semelhante ao TQC – Controle de Qualidade Total, onde o envolvimento dos empregados é fator determinante para o sucesso no desenvolvimento operacional do negócio com qualidade e atendendo às necessidades dos clientes. Da mesma forma que a qualidade deve ser estar embutida no processo e não ser conseguida através apenas de inspeções, a manutenção produtiva é muito mais desejada que a manutenção de reparo (MIRSHAWKA, 1991).

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 233) a manutenção produtiva total entende que as pessoas que trabalham diretamente com o equipamento “são aquelas que possuem os maiores conhecimentos referentes a ele. Assim, essas pessoas estão em posição ideal para contribuir nos reparos e modificações, visando melhorias de qualidade e produtividade”.

A MPT é uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todos os empregados, para conseguir a utilização máxima do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento. Dentre as atividades de MPT, segundo Takahashi e Osada (1993) estão:

- Investigar e melhorar máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, para que estes sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção, além de explorar meios para padronizar essas técnicas;
- Determinar como fornecer e garantir a qualidade do produto por meio do uso de máquinas, e treinar todo o pessoal nessas técnicas;
- Aprender como melhorar a eficiência da operação e como maximizar sua durabilidade;
- Descobrir como despertar o interesse dos operadores e educá-los para que cuidem melhor das máquinas da fábrica.

De acordo com Kardec e Nascif (NAKAJIMA, 1988 *apud* KARDEC e NASCIF, 2009, p. 195), o objetivo é “a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação”.

Um sistema de manutenção produtiva divide suas principais tarefas em quatro categorias. Primeiramente, as atividades do departamento de manutenção devem ser eficientes em termos de planejamento, padronização e flexibilidade. A segunda tarefa é aumentar o nível de conhecimento técnico, através da análise dos aspectos relativos à engenharia. A terceira é aumentar o nível das técnicas e do pessoal de manutenção, aproveitando inclusive as aptidões de cada membro da equipe. E a quarta tarefa é a redução dos custos de manutenção, destacando-se a necessidade de fragmentar os custos de acordo com os objetivos da organização e de aumentar o nível de conhecimento gerencial ao orçar esses custos de manutenção (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

O trabalho de manutenção, como dito, afeta a produção. As atividades de manutenção incluem aptidões técnicas em manutenção e diagnóstico, ferramentas para desmontagem e remontagem e compilação de manuais, mas as aptidões são de importância fundamental. A qualidade da manutenção, ou seja, a aptidão de concluir as atividades de manutenção sem erros, é determinada pelas habilidades técnicas em manutenção. É necessário o gerenciamento total da qualidade através do ciclo de vida completo dos meios de produção, desde o desenvolvimento e

projetos iniciais, até a fabricação, compra, uso e depreciação (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

### 2.2.3 Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade

#### 2.2.3.1 *Confiabilidade*

Confiabilidade, Disponibilidade e Manutenibilidade são palavras que fazem parte do cotidiano da manutenção, que segundo Kardec e Nascif (2009, p. 105) tem como missão “garantir a Disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com Confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”. Segundo este, o termo confiabilidade na manutenção, do inglês *Reliability*, teve origem nas análises de falha em equipamentos eletrônicos para uso militar durante a década de 50, nos EUA.

Com o advento da economia globalizada e mercado altamente competitivo, observou-se um aumento na demanda por produtos e sistemas de melhor desempenho a menores custos. Assim, surge a necessidade de redução na probabilidade de falhas em produtos, o que resulta numa ênfase crescente em sua confiabilidade. Em sentido mais amplo, confiabilidade está associada à operação bem-sucedida de um produto ou sistema, na ausência de quebras ou falhas (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009).

Nepomuceno (1989) define confiabilidade assim:

Por confiabilidade entende-se a probabilidade de um produto (peça, equipamento, circuito, máquina, sistema, componente, etc.) fabricado de conformidade com dado projeto operar durante um período especificado de tempo (eventualmente o tempo de vida útil) sem apresentar falhas identificáveis, desde que sujeito a manutenção de conformidade com as instruções do fabricante e que não tenha sofrido tensões superiores àquelas estipuladas por limites indicados pelo fornecedor, não tenha sido exposto a condições ambientais adversas de conformidade com os termos de fornecimento ou aquisição (NEPOMUCENO, 1989, p. 63).

Os conceitos de Qualidade e Confiabilidade são frequentemente confundidos entre si. A principal diferença entre esses dois conceitos é que a confiabilidade incorpora a passagem do tempo e o mesmo não ocorre com a qualidade, que consiste em uma descrição estática de um item (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009).

Vários são os benefícios com a aplicação da confiabilidade, dentre os quais podemos destacar, segundo Lafraia (2014):

- i. Aumentar os lucros através de:
  - Menos paradas não programadas;
  - Menores custos de manutenção/operação/apoio;
  - Menores perdas por lucro cessante;
  - Menores possibilidades de acidentes.
- ii. Fornecer soluções às necessidades atuais das indústrias como:
  - Aumentar a produção de produtos/unidades mais lucrativas;
  - Flexibilidade para utilização de diversos tipos de cargas;
  - Responder rapidamente às mudanças nas especificações dos produtos;
  - Cumprir com a legislação ambiental, de segurança e higiene.
- iii. Permitir a aplicação de investimento com base em informações quantitativas:
  - Segurança;
  - Continuidade operacional;
  - Meio ambiente.
- iv. Eliminação de causas básicas de paradas não programadas de indústrias ou instalações:
  - Diminuir os prazos de paradas programadas;
  - Através do aumento na manutenibilidade das instalações.
- v. Atuação nas causas básicas dos problemas e não nos sistemas através de:
  - Histórico de falhas dos equipamentos;
  - Determinação das causas básicas das falhas;
  - Prevenção de falhas em equipamentos similares;
  - Determinação de fatores críticos para a manutenibilidade de equipamentos.

Um programa integrado de confiabilidade compreende o estabelecimento de práticas e procedimentos para gerir a confiabilidade na vida de um produto, do projeto e desenvolvimento, manufatura e instalação, operação e manutenção, até o descarte,

quando se encerra a vida operacional do produto. A gestão demanda a existência de um programa de confiabilidade e da definição de tarefas e elementos desse programa. Esse programa define a estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos, processos e recursos utilizados na gestão da confiabilidade (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009).

#### 2.2.3.2 Disponibilidade

Disponibilidade, do inglês *Availability*, é a capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte da manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

Lafraia (2014, p. 197) afirma: “Disponibilidade  $D(t)$  é a probabilidade de que um sistema esteja em condição operacional no instante  $t$ . Esta definição tem sido usada para expressar o conceito de ‘disponibilidade instantânea’, tendo em vista a sua dependência temporal implícita”.

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 153) “a disponibilidade é um dos principais indicadores de confiabilidade utilizados em programas de manutenção”. Estes afirmam que a eficiência das ações da manutenção corretiva, que ocorre após a falha do equipamento e tem por objetivo trazê-lo de volta ao estado operante no menor tempo possível, é medida através da disponibilidade do equipamento. Assim, a disponibilidade é dada pela probabilidade de o equipamento estar operante quando necessitado.

#### 2.2.3.3 Manutenibilidade

A manutenibilidade, ou manutenibilidade, do inglês *Maintainability*, pode ser conceituada, segundo Kardec e Nascif (2009, p.116) “como sendo a característica de um equipamento ou instalação permitir um maior ou menor grau de facilidade na execução dos serviços de manutenção”.

Kardec e Nascif definem probabilisticamente manutenibilidade, parafraseando outro autor, como sendo “a probabilidade de restabelecer a um sistema suas condições de funcionamento específicas, em limites de tempo desejados, quando a manutenção é

conseguida nas condições e com meios prescritos” (MONCHY, 1989 apud KARDEC e NASCIF, 2009, p. 116).

Os objetivos da manutenibilidade incluem, segundo Lafraia (2014):

- Otimização dos tempos e custo de manutenção já no projeto;
- Estimar os tempos para manutenção em função da disponibilidade requerida, se necessário, acrescentar redundância;
- Estimar a disponibilidade;
- Estimar os recursos requeridos para a execução da manutenção.

O conceito de manutenibilidade, que atua diretamente no indicador de efetividade operacional engloba, segundo Kardec e Nascif (2009, p. 118): características do projeto; suporte de especialistas à engenharia de projetos; vetor para redução de custos; atuação da Engenharia de Manutenção; planejamento de manutenção; capacitação da mão de obra de execução.

#### *2.2.3.4 Manutenção Centrada na Confiabilidade - MCC*

Consiste em um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional. Esta técnica visa estudar as várias formas de como um componente pode vir a falhar, visualizando bloqueios a serem tomados. Trata-se de um importante instrumento para tomada de decisão gerencial, sobre quais diretrizes da política de manutenção a serem seguidas por um processo industrial (VIANA, 2002).

De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), define-se MCC assim:

A MCC pode ser definida como um programa que reúne várias técnicas de engenharia para assegurar que os equipamentos de uma planta fabril continuarão realizando as funções especificadas. Devido a sua abordagem racional e sistemática, os programas de MCC têm sido reconhecidos como a forma mais eficiente de tratar as questões de manutenção. Eles permitem que as empresas alcancem excelência nas atividades de manutenção, ampliando a disponibilidade dos equipamentos e reduzindo custos associados a acidentes, defeitos, reparos e substituições (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009, p. 217).

A eficácia da MCC está baseada em alguns pilares próprios desse programa, como: amplo envolvimento de engenheiros, operadores e técnicos de manutenção criando ambiente de engenharia simultânea; ênfase no estudo das consequências das falhas que direcionam as tarefas da manutenção; abrangência das análises, que consideram questões de segurança, meio ambiente, operação e custos; ênfase nas atividades pró ativas, envolvendo tarefas preditivas e preventivas; combate às falhas escondidas que reduzem a confiabilidade do sistema (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009).

São quatro os objetivos da manutenção centrada em confiabilidade, segundo Viana (SMITH *apud* VIANA, 2002, p. 102):

- Preservar as funções do sistema;
- Identificar modos de falha que influenciem tais funções;
- Indicar a importância de cada falha funcional;
- Definir tarefas preventivas em relação às falhas funcionais.

A procura de falhas é uma atividade que envolve a verificação periódica de funções escondidas, para determinar se elas não apresentam falhas. Outro aspecto essencial ao qual deve ser atribuída máxima atenção é o *feedback* que pode ser fornecido pelas próprias equipes de trabalho. O conhecimento acumulado das equipes permitirá o contínuo aprimoramento do programa, enfatizando componentes de menor confiabilidade, revelando novos modos de falha e descobrindo falhas escondidas (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009).

O resultado da aplicação da MCC é que as tarefas de manutenção, no contexto operacional, são otimizadas através da análise das consequências de suas falhas funcionais (operacionais), sob o ponto de vista de segurança, meio ambiente, qualidade e custos. A aplicação resulta no decréscimo das atividades de manutenção preventiva, no custo dos programas de preventiva e na redução de custos de mão de obra e materiais. A MCC é um processo contínuo e sua aplicação deve ser reavaliada conforme a experiência operacional for acumulada (LAFRAIA, 2014).

## 2.3 Gestão da Qualidade

Este subcapítulo do trabalho busca detalhar a Gestão da Qualidade, contendo uma introdução sobre o seu histórico e evolução da, os principais estudiosos do assunto, os conceitos de Gestão da Qualidade Total, melhoria contínua e Círculos de Controle da Qualidade (CCQ), além de um aprofundamento no conceito do ciclo PDCA, assunto chave deste trabalho, suas aplicações e ferramentas de qualidade utilizadas.

### 2.3.1 Introdução

Segundo um dos estudiosos da qualidade, David A. Garvin, a qualidade deve ser encarada como uma poderosa arma estratégica. Este estudioso, após pesquisar várias definições de qualidade coletadas no ambiente corporativo e na literatura, classificou cinco abordagens distintas da qualidade (GARVIN, 1987 *apud* CARVALHO e PALADINI, 2012; GARVIN, 1984 *apud* QUEIROZ, 1995):

- i. Transcendental: trata a qualidade como algo inato ao produto, porém relacionada a seu funcionamento.
- ii. Centrada no Produto: a qualidade é vista como uma variável que podemos medir. Assim, diferenças da qualidade são observáveis pela medida de alguns atributos do produto.
- iii. Centrada no Valor: um produto é de boa qualidade quando apresenta alto grau de conformação a um custo aceitável. São conceitos que reúnem necessidades do consumidor às exigências de fabricação definindo qualidade em termos de custos e preços.
- iv. Centrada na Produção: a qualidade seria a conformidade com especificações pré-definidas por ocasião do projeto.
- v. Centrada no Cliente ou Usuário: a qualidade de um produto fica condicionada ao atendimento das necessidades e conveniências do cliente. A avaliação do cliente, em relação às especificações, passa a ser os padrões para a qualidade.

O entendimento predominante nas últimas décadas e que certamente representa a tendência futura é a conceituação da qualidade como satisfação dos clientes. Contempla adequação ao uso ao mesmo tempo em que contempla conformidade com as especificações do produto. Percebe-se assim, que são várias características ou parâmetros que conferem qualidade a um produto, por isso, é conveniente agrupá-los em atributos da qualidade perceptíveis para o usuário, segundo Carpinetti (2012), conforme na tabela 2:

*Tabela 2 – Atributos da qualidade de produto*

<b>ATRIBUTO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Desempenho técnico ou funcional	Grau com que o produto cumpre a sua missão ou função básica
Facilidade ou conveniência de uso	Grau com que o produto cumpre funções secundárias que suplementam a função básica
Disponibilidade	Grau com que o produto se encontra disponível para uso quando requisitado (ex: não se encontra em manutenção)
Confiabilidade	Probabilidade que se tem de que o produto, estando disponível, consegue realizar sua função básica sem falhar, durante um tempo predeterminado e sob determinadas condições de uso
Manutenabilidade	Facilidade de conduzir as atividades de manutenção no produto, sendo um atributo do projeto do produto
Durabilidade	Vida útil média do produto, considerando os pontos de vista técnico e econômico
Conformidade	Grau com que o produto se encontra em conformidade com as especificações de projeto
Instalação e orientação de uso	Orientação e facilidades disponíveis para conduzir as atividades de instalação e uso do produto
Assistência técnica	Fatores relativos à qualidade (competência, cortesia etc.) dos serviços de assistência técnica e atendimento ao cliente (pré, durante e pós-venda)
Interface com o usuário	Qualidade do ponto de vista ergonômico, de risco de vida e de comunicação do usuário com o produto
Interface com o meio ambiente	Impacto no meio ambiente, durante a produção, o uso e o descarte do produto

Estética	Percepção do usuário sobre o produto a partir de seus órgãos sensoriais
Qualidade percebida e imagem da marca	Percepção do usuário sobre a qualidade do produto a partir da imagem e reputação da marca, bem como sua origem de fabricação

Fonte: Adaptado de CARPINETTI, 2012, p. 12-13.

As pessoas devem aprender a fazer bem feito. Este é o princípio global segundo o qual se devem orientar todas as empresas, e decorre de uma premissa básica: o sucesso de uma empresa depende fundamentalmente de sua credibilidade junto ao consumidor, sendo que essa credibilidade só se manterá em função da qualidade do produto oferecido ou do serviço prestado. A qualidade é a principal testemunha, resistente ao tempo, do bom desempenho de uma organização. Fazer bem feito pressupõe, portanto, bom treinamento de pessoas, bons profissionais, boas condições de trabalho, boa tecnologia, bom marketing etc., o que requer, além de investimento financeiro, investimento pessoal, ou seja, empenho, seriedade e competência por parte de todos que trabalham na empresa (MIRSHAWKA, 1990).

### 2.3.2 Histórico

O fenômeno da busca pela qualidade, ao longo do desenvolvimento da civilização humana, pode ser exemplificado pelas realizações dos povos antigos. A perfeição das pirâmides do Egito, os cálculos matemáticos precisos – o valor de  $\pi$ , a área do círculo – os padrões de beleza das obras de arte gregas e a durabilidade das obras da engenharia civil romana, como aquedutos, estradas e pontes, atestam esta busca por maior qualidade (QUEIROZ, 1995).

Ao longo da história da humanidade o conceito de gestão da qualidade adquiriu diferentes interpretações, visto que se perguntado para um artesão e para outros trabalhadores de épocas posteriores o que significa qualidade, respostas diferentes seriam obtidas. O artesão era um especialista que tinha domínio completo de todo o ciclo de produção, desde a concepção do produto até o pós-venda. Naquela época, o cliente estava próximo do artesão, explicando suas necessidades, as quais ele procurava atender porque sabia que a comercialização de seus produtos dependia muito da reputação de qualidade, que era comunicada boca a boca pelos clientes satisfeitos. Assim, o artesão tinha em sua abordagem de qualidade alguns elementos

bastantes modernos, como o atendimento às necessidades dos clientes, mas, por outro lado, conceitos importantes para a área de qualidade moderna, como o de confiabilidade, conformidade, metrologia, tolerância e especificação, ainda eram embrionários. Além de que o foco do controle de qualidade era o produto e não o processo (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Segundo Carvalho e Paladini (2012, p. 2), a Revolução Industrial “trouxe uma nova ordem produtiva, em que a customização foi substituída pela padronização e a produção em larga escala”. Os autores afirmam que a invenção de máquinas para obter grande volume de produção e uma nova forma de organização do trabalho permitiram alcançar a produção em massa. Essa produção encontrou na linha de montagem seu modelo ideal, onde o trabalho era fragmentado. O modelo de administração taylorista, ou Administração Científica, também retirou a função do trabalhador as etapas de concepção e planejamento. É nessa época que surgiu a função de inspetor, responsável pela qualidade dos produtos.

Nas fábricas, os operários passaram a ser coadjuvantes das máquinas, executando um trabalho rotineiro e padronizado, sem contato com o cliente e com a visão global do processo produtivo. O trabalho era dividido entre os que pensavam (gerentes, administradores e engenheiros) e os que executavam. Como as máquinas eram limitadas e os operários e administradores despreparados, havia muitas falhas, desperdício e acidentes de trabalho. A inspeção final e a supervisão do trabalho surgem então como consequência natural dessa situação (LOBO e SILVA, 2014).

As necessidades dos clientes não eram direcionadas da concepção do produto. Da linha de montagem da Ford milhões de unidades foram vendidas, onde muito foi investido na intercambialidade das peças e na facilidade de ajustes, adotando um sistema padronizado de medida para todas as peças, desenvolvendo conceitos de qualidade como a metrologia, padronização e especificação, com foco do controle de qualidade na inspeção, porém deixando de priorizar as necessidades dos clientes e a participação do trabalhador, que eram bastante enfatizados no período artesanal (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Diversos autores fazem classificações temporais sobre a evolução da qualidade. Uma das classificações mais adotadas é a proposta por David Garvin, que classifica a evolução da qualidade em quatro eras: Inspeção, Controle Estatístico da Qualidade, Garantia da Qualidade e Gestão da Qualidade Total (CARVALHO e PALADINI, 2012).

As principais características das quatro eras são demonstradas na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Eras da Qualidade

Características Básicas	Interesse Principal	Visão de Qualidade	Ênfase	Métodos	Papel dos profissionais da qualidade	Quem é o responsável pela qualidade
Inspeção	Verificação	Um problema a ser resolvido	Uniformidade do produto	Inspeção, de medição	Inspeção, classificação, contagem, avaliação e reparo	Departamento de inspeção
Controle Estatístico do Processo	Controle	Um problema a ser resolvido	Uniformidade do produto, com menos inspeção	Ferramentas e técnicas estatísticas	Solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticos	Departamentos de fabricação e engenharia (o controle de qualidade)
Garantia da Qualidade	Coordenação	Um problema a ser resolvido, mas que é enfrentado proativamente	Toda cadeia de fabricação, desde o projeto até o mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais para impedir falhas de qualidade	Programas e sistemas	Planejamento, medição da qualidade e desenvolvimento de programas	Todos os departamentos, com a alta administração se envolvendo superficialmente no planejamento e na execução das diretrizes da qualidade
Gestão Total da Qualidade	Impacto estratégico	Uma oportunidade de diferenciação da concorrência	As necessidades de mercado e do cliente	Planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e a mobilização da organização	Estabelecimento de metas, educação e treinamento, consultoria a outros departamentos e desenvolvimento de programas	Todos na empresa, com a alta administração exercendo forte liderança

Fonte: Adaptado de CARVALHO e PALADINI, 2012, p. 8.

Em 1924, o conceito de controle da qualidade deu um novo salto, quando Walter A. Shewhart criou os gráficos de controle, ao fundir conceitos de estatística à realidade produtiva. Ele também propôs o ciclo PDCA (*plan-do-check-act*), que direcionaria as atividades de análise e solução de problema. Na década de 1930, o controle da qualidade evoluiu através do desenvolvimento do sistema de medidas, das ferramentas de controle estatístico do processo, do surgimento de normas específicas e das técnicas de amostragem para inspeções (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Daí surgiram dois importantes conceitos: o Controle Estatístico de Processos (CEP) e, principalmente, o Ciclo de Melhoria Contínua, este último ainda muito utilizado e conhecido como PDCA. Ele se baseia na execução cíclica e sistemática de quatro etapas na análise de um problema: *Plan* (planejar) – planejamento da abordagem, definição das variáveis a serem acompanhadas e treinamento do pessoal envolvido; *Do* (executar) – acompanhamento e medição do processo; *Check* (examinar) – verificação e análise dos dados coletados e problemas identificados; e *Act* (ajustar) – agir sobre as causas, corrigi-las ou eliminá-las; e, em seguida, reiniciar o ciclo com uma nova etapa de planejamento (LOBO e SILVA, 2014).

No Japão, que lutava pela reconstrução no período pós-segunda guerra, dois importantes teóricos da área da qualidade, W. Edwards Deming e Joseph M. Juran, influenciaram na criação do modelo japonês. Esse modelo japonês, *Company Wide Quality Control* (CWQC), relaciona a participação dos trabalhadores e da alta gerência como fundamentais para a boa gestão da qualidade. O modelo priorizava a produção enxuta com aversão ao desperdício, a eliminação de inspeção, a seleção e o desenvolvimento dos fornecedores, o desenvolvimento do conceito de melhoria contínua. Vários teóricos orientais tiveram forte influência nesse modelo, como Taiichi Ohno, um dos idealizadores do modelo Toyota de produção, e Kaoru Ishikawa, que difundiu as sete ferramentas da qualidade, que viriam a ser amplamente utilizadas pelos Círculos de Controles de Qualidade (CCQs), como ficaram conhecidos os grupos de melhoria, ainda em uso em diversas organizações no mundo todo (CARVALHO e PALADINI, 2012).

As principais contribuições dos gurus da qualidade e eventos históricos a partir dos anos 50, com grande influência dos EUA e Japão, levaram ao surgimento de uma nova abordagem de gestão da qualidade, a qualidade total, que retrata a evolução histórica do conceito e da prática da qualidade ocorrida em paralelo à evolução da industrialização e dos conceitos e abordagens de gestão da produção. Essa abordagem se fundamenta em vários conceitos fundamentais de gestão, como melhoria contínua, abordagem científica, visão de processos, liderança, comprometimento e envolvimento, entre outros, que criam uma base fundamental não só para a gestão da qualidade, mas para a gestão das operações como um todo (CARPINETTI, 2012).

### 2.3.3 Gestão da Qualidade Total

A partir da segunda metade da década de 1950, programas de rádio e televisão sobre qualidade eram transmitidos pela Rede Japonesa de Rádio e Televisão. E em 1962, a JUSE (*Japanese Union of Scientists and Engineers*) iniciou atividades de grupo no local de trabalho chamadas de círculos de controle da qualidade (CCQ), que mais tarde tornaram-se internacionalmente conhecidos e praticados. O movimento japonês da qualidade continuou seu processo de evolução, durante a década de 1970, até tornar-se internacionalmente valorizado e referência para o desenvolvimento do movimento de qualidade total no ocidente. Essa evolução no ocidente, especialmente nos EUA, a partir das ideias desenvolvidas por Joseph M. Juran, W. Edwards Deming e Armand V. Feigenbaum, aconteceu principalmente devido à perda de mercado e competitividade das empresas americanas para os seus concorrentes japoneses, com produtos de qualidade e confiabilidade superiores (CARPINETTI, 2012).

Qualidade Total é uma descrição da cultura, atitude e organização de uma empresa que se esforça para oferecer aos clientes produtos e serviços que satisfaçam suas necessidades. Essa cultura exige qualidade em todos os aspectos das operações da empresa, com os processos que estão sendo feitos de modo certo da primeira vez com defeitos e resíduos erradicados das operações (LOBO e SILVA, 2014).

As organizações humanas - empresas, escolas, hospitais - são meios (causas) destinados a se atingir determinados fins (efeitos). Controlar uma organização significa detectar quais foram os fins, efeitos ou resultados não alcançados, que são os problemas da organização, analisar estes maus resultados buscando suas causas e atuar sobre estas causas de tal modo a melhorar os resultados. Procura-se então, reconhecer quais são os fins (resultados) desejados para uma empresa. Como objetivo de uma organização humana é satisfazer as necessidades das pessoas, então o objetivo, o fim, o resultado desejado de uma empresa é a Qualidade Total (CAMPOS, 2004).

Trata-se de uma excelente ferramenta gerencial que tem auxiliado as organizações nesta busca incessante pela melhoria de seus produtos ou serviços. A GQT é

composta de cinco itens básicos, segundo Vieira Filho (2014), em torno dos quais são montadas as estratégias das organizações:

- i. Qualidade intrínseca;
- ii. Preço baixo;
- iii. Pontualidade;
- iv. Segurança na utilização;
- v. Moral da equipe.

Portanto, se o objetivo é atingir a Qualidade Total, devemos medir os resultados para saber se este objetivo foi alcançado ou não. Deve-se medir a qualidade do produto ou serviço, o número de reclamações dos clientes, a fração de produtos/serviços defeituosos, o custo do produto/serviço, os atrasos de entrega de cada produto, a fração de entrega realizada em quantidade errada, o índice de *turn-over* de pessoal, o índice de absenteísmo, o índice de acidentes etc. Diante destes resultados (fins) que estejam fora do valor desejado, deve-se “controlar”, buscar as causas e atuar. Este é o significado de controlar os meios (causas) por meio da medida da Qualidade Total dos resultados (CAMPOS, 2004).

Campos (2004) afirma que o Controle da Qualidade Total é regido pelos seguintes princípios básicos:

- i. Produzir e fornecer produtos e/ou serviços que atendam concretamente às necessidades do cliente;
- ii. Garantir a sobrevivência da empresa por meio do lucro contínuo adquirido pelo domínio da qualidade (quanto maior a qualidade maior a produtividade);
- iii. Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade (para isto é necessário conhecer o método que permite estabelecer estas prioridades e o método que permite solucionar os problemas);
- iv. Falar, raciocinar e decidir com dados e com base em fatos (tomar decisões em cima de fatos e dados concretos e não com base em experiência, bom senso, intuição ou coragem);
- v. Gerenciar a empresa ao longo do processo e não por resultados (quando o mau resultado ocorre a ação é tardia. O gerenciamento deve ser preventivo);
- vi. Reduzir metodicamente as dispersões por meio do isolamento de suas causas fundamentais (os problemas decorrem da dispersão nas variáveis do processo);

- vii. O cliente é o rei. Não permitir a venda de produtos defeituosos;
- viii. Procurar prevenir a origem de problemas cada vez mais a montante;
- ix. Nunca permitir que o mesmo problema se repita pela mesma causa;
- x. Respeitar os empregados como seres humanos independentes;
- xi. Definir e garantir a execução da Visão e Estratégia da Alta Direção da empresa.

O impacto do TQM sobre uma organização é, em primeiro lugar, assegurar que a administração adote uma supervisão estratégica em relação à qualidade. Para ser bem-sucedido na promoção da eficácia e eficiência da empresa, o TQM deve ser de fato aplicado em todas as áreas e englobar a todos, de diretores a operários. Se uma empresa pretende implementar o TQM, um requisito fundamental é estabelecer uma correta política da qualidade, juntamente com adequada organização e os meios para colocá-la em prática. A preparação e implementação de uma política da qualidade adequadamente planejada, junto com a monitoração contínua, viabilizam uma produção ou serviço mais uniforme, minimizam os erros e reduzem os desperdícios. Essa política deve ser divulgada, compreendida e aplicada em todos os níveis da organização (OAKLAND, 1994).

No mundo competitivo de hoje, de grande produção industrial, avanços tecnológicos e mudanças sociais muito rápidas, é exigido das empresas flexibilidade e tempo curto de resposta. No TQC isto é conseguido por um sistema administrativo chamado de Gerenciamento pelas Diretrizes, denominado no Japão de "*Hoshin Kanri*". Esse sistema administrativo é praticado por todos da empresa, visando garantir a sobrevivência da empresa à competição internacional: por meio da visão estratégica estabelecida com base em análise do sistema empresa-ambiente e nas crenças e valores da empresa e que fornece o rumo para o estabelecimento das diretrizes; por meio do direcionamento da prática do controle da qualidade por todos na empresa, o gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia segundo aquela visão estratégica. O Gerenciamento pelas Diretrizes, conduzido pela alta administração da empresa, objetiva direcionar o caminho eficiente do controle da qualidade (Rotina) para a sobrevivência da empresa a longo prazo (CAMPOS, 2004).

O Gerenciamento pelas Diretrizes tem como objetivos, além de garantir a sobrevivência da empresa, assegurar a garantia de Qualidade em toda empresa, atendendo a satisfação das necessidades dos clientes e tendo a qualidade como objetivo supremo. O sistema também busca: alcançar as metas da administração comprometidas pela alta direção; melhorar continuamente as operações da Rotina do trabalho do dia a dia, padronizando estas operações; permitir que cada empregado compreenda seu posicionamento na empresa, suas

responsabilidades, como cooperar com todos e melhorar a comunicação na empresa (CAMPOS, 2004).

Segundo Paladini (2012), a implantação da TQM pode gerar algumas dificuldades, consideradas com desvantagens naturais por Juran, como:

- Gera aumento de trabalho da administração superior;
- Determina a possibilidade de gerar conflitos nos vários níveis organizacionais;
- Não garante resultados imediatos;
- Utiliza uma abordagem que, se otimiza a ação dos setores da empresa, mas não otimiza o funcionamento da empresa em sua totalidade.

No Brasil, principalmente a partir dos anos 1990, a GQT foi largamente implementada em empresas de vários segmentos industriais e de serviços, de pequeno, médio e grande portes. Ao longo da década de 90, várias empresas adotaram programas da qualidade total, devido a difusão desses programas relacionada a programas governamentais. A exigência de certificados da qualidade ISO 9000 por várias cadeias produtivas também ajudou a reforçar essa tendência de busca da qualidade total por parte das empresas (CARPINETTI, 2012).

#### 2.3.4 Ferramentas de Gestão da Qualidade

Ferramentas da Qualidade são recursos utilizados que identificam e melhoram a qualidade dos produtos, serviços e processos. Não são exclusivas para solucionar problemas, mas também fazem parte de um processo de planejamento para alcançar objetivos. São usadas para controlar a variabilidade, que é a diferença em relação a um padrão, sendo que a finalidade dessas ferramentas seja eliminar ou reduzir a variação em um produto ou serviço. Para manter os processos estáveis e com nível mínimo de variação usa-se duas estratégias principais nas empresas: padronização dos processos e controle da variabilidade dos processos através de ferramentas adequadas (VERAS, 2009).

Os objetivos das ferramentas da qualidade, segundo Veras (2009) são:

- Facilitar a visualização e entendimento dos problemas;
- Desenvolver a criatividade das pessoas;
- Permitir o conhecimento do processo;
- Resumir o conhecimento e as conclusões;
- Fornecer elementos para o monitoramento dos processos.

As ferramentas básicas do Controle de Qualidade foram desenvolvidas por Kaoru Ishikawa, um engenheiro de controle de qualidade nascido no Japão em 1915. São as Sete Ferramentas da Qualidade, segundo Carpinetti (2012) e compreendem:

1. Estratificação;
2. Folha de verificação;
3. Gráfico de Pareto;
4. Diagrama de causa e efeito;
5. Histograma;
6. Diagrama de dispersão;
7. Gráfico de controle.

Outras ferramentas, geralmente conhecidas como as Sete Ferramentas Gerenciais são, segundo Carpinetti (2012, p. 76):

1. Diagrama de relações;
2. Diagrama de afinidades;
3. Diagrama em árvore;
4. Matriz de priorização;
5. Matriz de relações;
6. Diagrama de processo decisório;
7. Diagrama de atividades (diagrama de flechas).

Além dessas, outras ferramentas da qualidade bastante difundidas são:

- 5S;
- Mapeamento de processos;
- 5W1H;
- *Brainstorming*.

A tabela 4 a seguir, apresenta uma divisão genérica das ferramentas da qualidade quanto à sua utilização e finalidade.

Tabela 4 – Principais finalidades das ferramentas da qualidade

FINALIDADE	FERRAMENTA
Identificação e Priorização de problemas	Amostragem e estratificação
	Folha de Verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle
	Mapeamento de processo
	Matriz de priorização
Observação, coleta de dados, análise e busca de causas-raízes	Estratificação
	Diagrama de causa e efeito
	Diagrama de afinidades
	Diagrama de relações
	Relatório das 3 gerações (passado, presente e futuro)
Elaboração e Implementação de soluções	Diagrama árvore
	Diagrama de processo decisório
	5W1H
	5S
Verificação de resultados	Amostragem e estratificação
	Folha de Verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle

Fonte: Adaptado de CARPINETTI, 2012, p. 77.

Dentre as principais ferramentas destacam-se:

a) Estratificação:

Consiste na divisão de um grupo em vários subgrupos com base em características distintivas ou de estratificação. As principais causas de variação que atuam nos processos produtivos constituem possíveis fatores de estratificação de um conjunto de dados. A ferramenta objetiva identificar como a variação de cada um desses fatores interfere no resultado do processo ou problema que se investiga. É um recurso bastante útil na fase de análise e observação de dados (CARPINETTI, 2012).

b) Folha de Verificação:

São formulários planejados nos quais os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa. Registra-se os dados dos itens a serem verificados, garantindo rápida percepção e interpretação da situação, para ajudar a reduzir erros e confusões. Podem ser folhas de verificação para distribuição do processo de produção, de itens defeituosos, para localização de defeito, de causas de defeitos (VERAS, 2009).

A figura 11 a seguir exemplifica um modelo de Folha de verificação.

Prova de:		Série:									
Disciplina:		Turma:									
Professor:		Bimestre:									
Ano letivo:											
NOTAS	% CORRESPONDÊNCIA	FREQUÊNCIA								TOTAL	%
	0-10										
	10-20										
	20-30										
	30-40										
	40-50										
	50-60										
	60-70										
	70-80										
	80-90										
	90-100										
<p>a) Os métodos de verificação (como – <i>how</i>)  b) A data e a hora das verificações (quando – <i>when</i>)  c) A pessoa que faz a verificação (quem – <i>who</i>)  d) Os locais e processos das verificações (onde – <i>where</i>)  e) Os resultados das verificações  f) A sequência da inspeção</p>											

Figura 11 – Exemplo de Folha de verificação.

Fonte: ROTH, 2011, p. 28.

c) Gráfico de Pareto:

É um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem dos números de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permite visualizar vários elementos de um problema, auxiliando na determinação de prioridade. É uma das ferramentas mais eficientes para encontrar problemas e priorização dos mesmos, e exige como pré-requisito a coleta dos dados, folha de verificação e estratificação do problema (VERAS, 2009).

O Princípio de Pareto é representado através de um gráfico de barras verticais, que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visível a ordem de importância dos problemas, causas e temas em geral. Considerando que, de modo geral, os recursos são limitados, estes devem ser aplicados onde os benefícios advindos da eliminação de problemas seja de maior impacto (CARPINETTI, 2012).

A seguir, na figura 12, um exemplo de gráfico de Pareto.

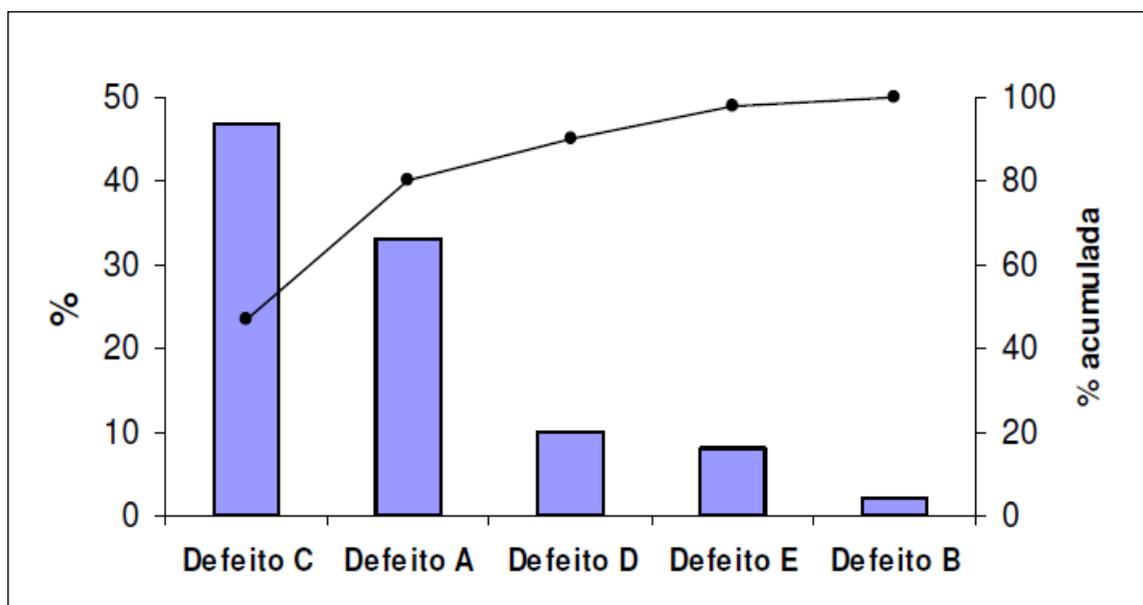


Figura 12 – Exemplo de Gráfico de Pareto.

Fonte: Acervo do autor.

d) Histogramas:

Segundo Lobo e Silva (2014, p. 34), “Histograma é uma forma de descrição gráfica com barras verticais, as quais representam dados quantitativos agrupados em classes de frequência”.

É uma ferramenta que possibilita conhecer as características de um processo ou de um produto, permitindo assim visualizar a variação de um conjunto de dados. A frequência é descrita como a variação dos dados, e sua distribuição contribui de forma decisiva na identificação dos dados. Dentre as várias aplicações, são usados: para verificar a quantidade de produtos não conforme; determinar a dispersão dos valores de medidas; em processos que necessitam ações corretivas; para encontrar e mostrar através de gráfico o número de unidades por categoria (VERAS, 2009).

Na figura 13 a seguir, um exemplo de histograma.

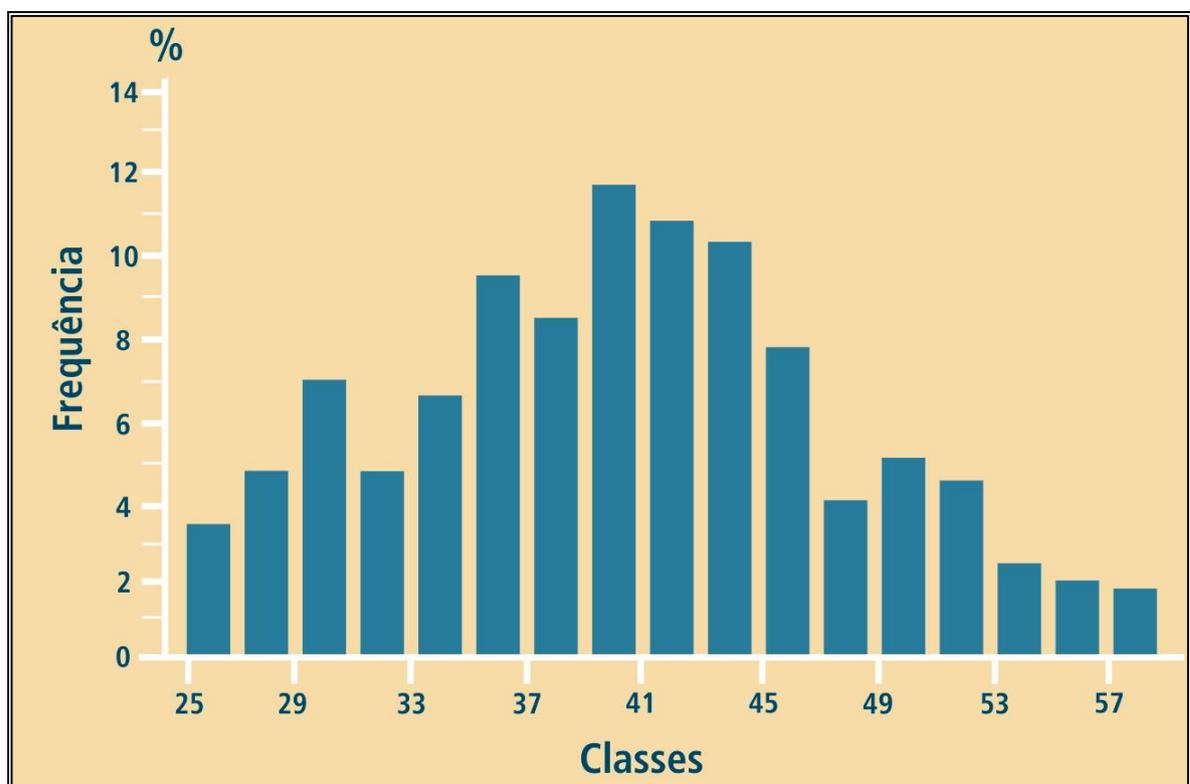


Figura 13 – Exemplo de Histograma.

Fonte: ROTH, 2011, p. 25.

e) Diagrama de Dispersão:

É um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. São usados para relacionar causa e efeito, podendo demonstrar uma correlação positiva – aumento de uma variável leva a um aumento da outra variável, negativa – o aumento de uma variável leva à diminuição da outra - ou inexistente – a variação de uma variável não leva à variação sistemática da outra variável (CARPINETTI, 2012).

Também chamado de diagrama de correlação, é a melhor maneira de examinar uma série de dados, no que se refere à ocorrência de tendências ou de pontos fora da linha (ROTH, 2011).

f) Gráficos de Controle:

Têm como objetivo garantir que o processo opere na sua melhor condição. Permite visualizar a distinção entre variação controlada e não controlada, que corresponde às chamadas causas comuns e causas especiais. Ferramenta simples, porém poderosa para separar esses dois tipos de causas, também chamada de carta de controle. Estas evidenciam causas especiais de variação quando elas aparecem e refletem a extensão da variação de causas comuns que devem ser reduzidas com a melhoria do processo. O uso dessa ferramenta na melhoria é um procedimento interativo em que as fases de coleta, controle e análise são repetidas (LOBO e SILVA, 2014).

A figura 14 abaixo, ilustra um exemplo de gráfico de controle.

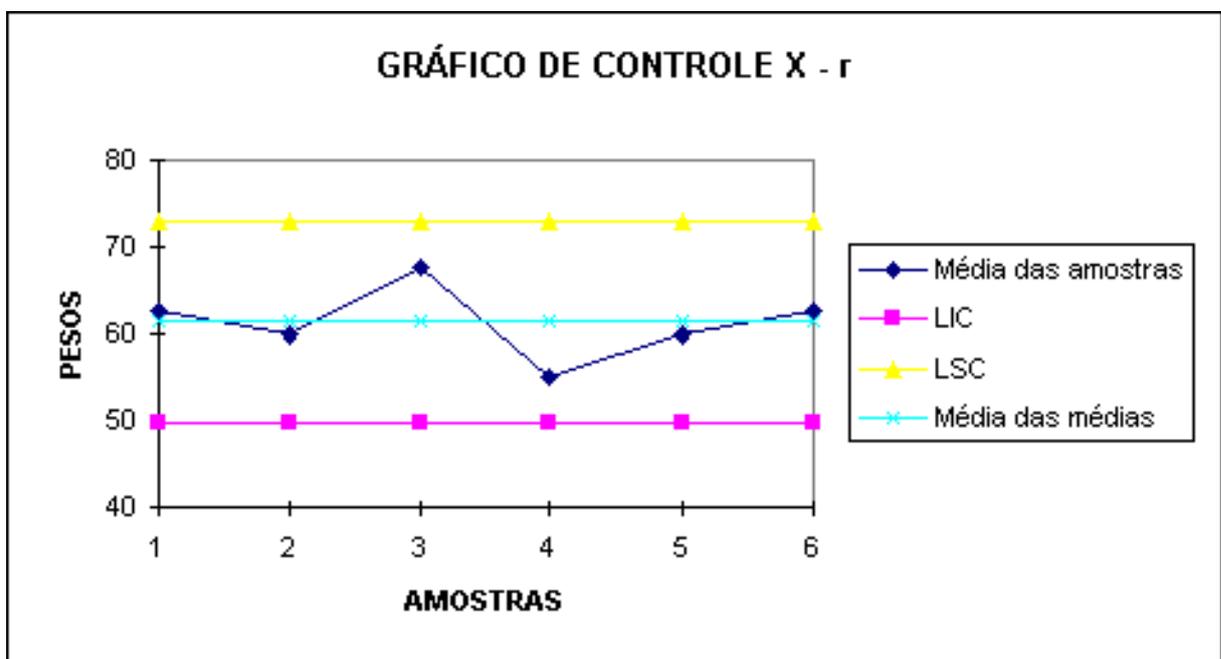


Figura 14 – Gráfico de controle.

Fonte: Acervo do autor.

## g) Fluxograma:

São representações gráficas da sequência das etapas de um processo. Permite rápido entendimento de como o processo opera. Pode ser utilizado em uma rotina específica para o processo global de uma empresa. Levanta-se a rotina do processo, identificando as entradas e seus fornecedores, padrões, operações, órgãos e pessoas envolvidas, saídas e seus clientes, padrões de saída. Existem diversos tipos de fluxograma, cada qual com uma simbologia e método próprio (LOBO e SILVA, 2014).

A seguir, na figura 15, um exemplo de fluxograma empregado na mineração, no caso, no beneficiamento de minério de ferro da Vale S/A.

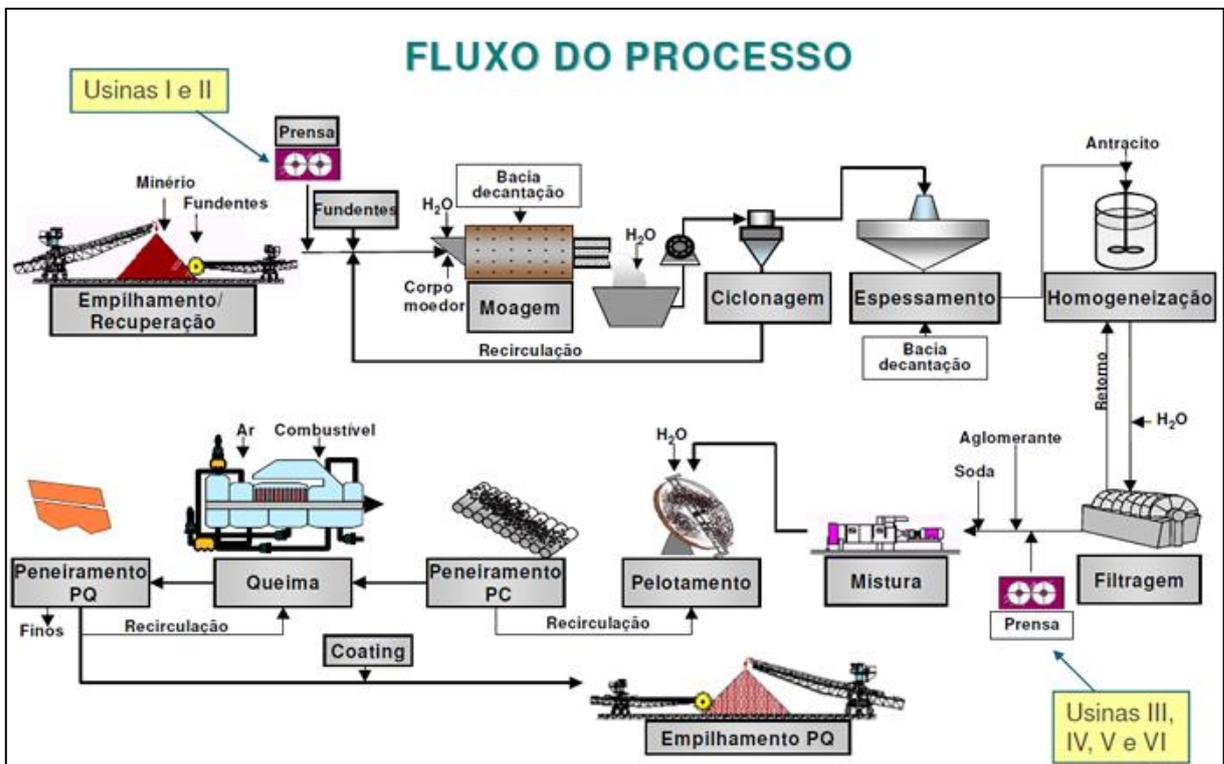


Figura 15 – Fluxograma.

Fonte: Adaptado de [www.vale.com](http://www.vale.com). Acesso em 08 jun. 2015.

## h) Matriz de Priorização:

Relaciona através de critérios de prioridade. Pode priorizar uma lista de ações de melhoria baseada em critérios como redução de custos internos e melhoria da satisfação do cliente. Ou estabelecer prioridades para a eliminação ou minimização

de um problema ou falha de produto baseado em notas atribuídas a critérios como severidade, ocorrência e detecção da falha (CARPINETTI, 2012).

i) 5S:

O 5S é um conjunto de conceitos e práticas que tem por objetivos principais a organização e racionalização do ambiente de trabalho. Difundido na língua inglesa como *House keeping*, o 5S surgiu no Japão da década de 1950, como um programa do Controle de Qualidade japonês. Os 5S's são: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. A tabela 5 a seguir demonstra o significado das palavras do 5S (CARPINETTI, 2012).

Tabela 5 – Significado das palavras do 5S.

5 S	Japonês	Português	
1º S	<i>Seiri</i>	Senso de	Utilização
			Arrumação
			Organização
			Seleção
2º S	<i>Seiton</i>	Senso de	Ordenação
			Sistematização
			Classificação
3º S	<i>Seiso</i>	Senso de	Limpeza
			Zelo
4º S	<i>Seiketsu</i>	Senso de	Asseio
			Higiene
			Saúde
			Integridade
5º S	<i>Shitsuke</i>	Senso de	Autodisciplina
			Educação
			Compromisso

Fonte: Adaptado de CARPINETTI, 2012, p.103.

“O 5S é a base da qualidade. Sem uma cultura de 5S dificilmente teremos um ambiente que proporcione trabalhos com qualidade” (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 187).

As atividades dos 5S's são constituídas de três pilares. Primeiramente, enfoca-se a disciplina no ambiente de trabalho com objetivo de elevar o nível de gerenciamento e transformar a qualidade do comportamento humano. A meta é certificar-se de que, uma vez definidas as regras, todos as seguem. A próxima etapa é criar um ambiente de trabalho limpo, motivando e inspirando as pessoas para renovar seu comportamento. O terceiro pilar é a criação de um ambiente de trabalho que possa ser gerenciado pela observação, aprimorando os meios para identificar de forma rápida e fácil anormalidades. Pode ser chamado de padronização (TAKAHASHI e OSADA, 1993).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), o início de um programa da qualidade deve-se dar pela implantação do programa 5S. Esse programa atinge:

- Melhoria da qualidade;
- Redução de custos;
- Melhoria de atendimento ao cliente;
- Moral do grupo;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Melhoria das condições de trabalho dos colaboradores.

j) *Brainstorming* ou Tempestade de Ideias:

Método muito utilizado para levantar ideias e gerar criatividade em grupos ou equipes de trabalho, onde todos fazem um grande esforço mental para opinar sobre determinado assunto, baseado na suspensão de julgamento e sem censura, com surgimento de ideias criativas, inovadoras e eficazes no atendimento e na solução do problema a ser analisado;

K) Diagrama de Causa e Efeito, ou Diagrama de Ishikawa, ou Espinha de Peixe:

Utilizado para identificar causas dos problemas (efeito indesejado) ou ações que levem a um efeito positivo desejado. Objetiva tornar facilmente visíveis as causas e sua ligação com os efeitos dos problemas. As causas são organizadas pelo critério

dos 6 M's: método, mão de obra, máquina, meio ambiente, material e medidas. A figura 16 a seguir, apresentam, respectivamente, um formulário típico do Diagrama de Causa e Efeito e um diagrama exemplificado.



Figura 16 – Diagrama de Causa e Efeito – Ishikawa.

Fonte: ANDRADE, 2003, p. 45, adaptado de MELO (2001).

Conforme Lobo e Silva (2014, p. 39), Diagrama de causa e efeito “é uma técnica para análise de causas profundas, na transição entre a descrição do problema e a formulação de soluções”. Afirmam que alguns fatores críticos de sucesso para a utilização do diagrama na solução de problemas são: propiciar a participação de todos os envolvidos; não criticar nenhuma ideia; observar a visibilidade visando favorecer a participação; agrupar causas conjuntamente; não sobrecarregar demais o diagrama; construir um diagrama separado para cada problema/defeito; imaginar as causas mais favoráveis; criar ambiente de solução ambientada; entender claramente cada causa.

#### I) 5W1H:

Ferramenta para planejamento e identificação de ações de bloqueio ou para eliminação de causas identificadas e priorizadas no diagrama de causa e efeito.

Após o levantamento das causas é preciso definir o que vai ser feito, quem vai fazer, onde será feito, quando (prazo), por que será feito e como será feito. Usa-se o formulário 5W e 1H (do inglês *What, Who, When, Where, Why e How*), conforme apresentado na figura a seguir, a figura 17:

<b>5W1H</b>		Projeto:			Data: _____/_____/_____	
<i>O QUÊ?</i>	<i>QUEM?</i>	<i>QUANDO?</i>	<i>ONDE?</i>	<i>POR QUÊ?</i>	<i>COMO?</i>	

Figura 17 – Formulário 5W1H.

Fonte: BUTCHER, 2004, p. 37.

#### m) Relatório de Três Gerações:

Utilizado para relatar problemas após as ações e determinar as ações corretivas necessárias. É um formulário para o levantamento e registro do que foi feito e a pesquisa de ações adicionais, para corrigir algo que ainda não está resolvido. Corresponde ao agir corretivamente do PDCA.

#### 2.3.4.1 Círculos de Controle de Qualidade - CCQ

Como o próprio nome diz, os CCQ são círculos de pessoas que praticam o controle da qualidade, buscando a causa dos problemas. O objetivo principal do CCQ é a motivação do ser humano e não deve ser visto como um mecanismo para ganhos de produtividade, embora em muitos casos, com o tempo e com as pessoas mais capazes, acaba por apresentar excelentes resultados. O CCQ deve ser implantado no ambiente do gerenciamento da rotina do trabalho no dia a dia no âmbito do TQC (CAMPOS, 2004).

Kaoru Ishikawa foi o criador dos círculos de controle de qualidade, como uma das formas de colocar em prática a concepção japonesa da qualidade total. Trata-se de

um grupo de voluntários de um mesmo setor ou área de trabalho, que se reúnem regularmente para estudar e propor a solução de problemas que estejam afetando a qualidade e a eficiência dos produtos e/ou processos (VERAS, 2009).

A ideia básica por trás das atividades de CCQ conduzidas como parte das atividades de TQC é a seguinte, segundo Campos (2004):

- i. Contribuir para a melhoria e desenvolvimento da empresa;
- ii. Respeitar a natureza humana, construir um local de trabalho alere e brilhante no qual valha a pena viver;
- iii. Desenvolver as possibilidades infinitas da capacidade mental humana e permitir a sua aplicação.

O grupo é composto de 4 a 8 pessoas, onde os componentes devem receber treinamento, por parte da empresa, na utilização de ferramentas da qualidade, sendo as principais: *Brainstorming*, Diagrama de causa e efeito, Lista de verificação e Plano de ação. Todo grupo tem um líder, que tem o papel de comandar as reuniões e ações dos colegas de grupo, anotar os assuntos tratados, convocar as reuniões, cobrar resultados planejados, dentre outras (VIEIRA FILHO, 2014).

Dentre os benefícios para as pessoas podemos citar, de acordo com Vieira Filho (2014):

- Aprendem a trabalhar em equipe;
- Permite o autodesenvolvimento do grupo;
- Os membros do grupo adquirem autoconfiança;
- Incentivo à criatividade e inovação;
- Solução dos problemas de seu local de trabalho;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Maior satisfação no trabalho;

E para as empresas, os benefícios são:

- Melhoria da qualidade do produto;
- Melhor aproveitamento dos recursos disponíveis com redução de custos;
- Racionalização do trabalho gerando aumento de produtividade;
- Maior integração entre empregados;
- Melhoria do ambiente de trabalho.

#### 2.3.4.2 Ciclo PDCA

O conceito do Método de Melhorias, conhecido atualmente como PDCA, foi originalmente desenvolvido na década de 1930, nos laboratórios da *Bell Laboratories* – EUA, pelo estatístico matemático Walter A. Shewhart, como sendo um ciclo de controle estatístico do processo, podendo ser repetido continuamente sobre qualquer problema ou processo. Porém, esse método somente foi popularizado na década de 1950 pelo especialista em qualidade William Edwards Deming, que ficou mundialmente conhecido ao aplicar o método nos conceitos de qualidade em trabalhos desenvolvidos no Japão pós-guerra. O método de melhorias PDCA passou, então, a ser definido como um instrumento valioso de controle e melhoria de processos que, para ser eficaz, precisa ser de conhecimento e domínio de todos os funcionários de uma organização (ANDRADE, 2003).

O PDCA pode ser aplicado com os seguintes propósitos, segundo Butcher (2004):

- a) Solução de problemas;
- b) Melhoria de resultado;
- c) Método de desenvolvimento de novos produtos e mercados;
- d) Ferramenta de padronização para a manutenção dos resultados alcançados.

Todos na empresa - diretores, gerentes, técnicos e operadores – utilizam o ciclo PDCA de duas maneiras: Manutenção ou Melhoria da diretriz de controle do processo. No entanto, os operadores utilizam mais intensamente na Manutenção, pois seu trabalho é essencialmente o de cumprimento de padrões. Estes utilizam o ciclo PDCA nas Melhorias quando participam dos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ). Subindo-se na hierarquia utiliza-se cada vez mais o ciclo PDCA nas melhorias, isso ocorre porque a função das chefias é estabelecer novos níveis de controle que garantam a sobrevivência da empresa, ou seja, estabelecer novas diretrizes de controle. O caminho do sucesso para obter melhorias contínuas nos processos é o de juntar os dois tipos de gerenciamento. Melhorar continuamente um processo significa melhorar continuamente os seus padrões (CAMPOS, 2004).

A utilização do ciclo PDCA para melhorar as diretrizes de controle é a grande responsabilidade de todas as chefias, desde o Presidente até o nível de Supervisão. A figura 18 a seguir, mostra a utilização do PDCA para as melhorias, que se constitui

no “método de solução de problemas”, conhecido no Japão por “QC STORY”. Este método é possivelmente o mais importante dentro do Controle de Qualidade Total e deveria ser dominado por todos dentro da organização, do Presidente aos operadores (CAMPOS, 2004).



Figura 18 – Ciclo PDCA para Melhorias (“QC STORY”).

Fonte: Adaptado de [www.portal-administracao.com](http://www.portal-administracao.com). Acesso em 01 jun. 2015.

Outra notável aplicação do método PDCA está na resolução de problemas crônicos ou críticos, que prejudicam o desempenho de um projeto qualquer, denominado como Gerenciamento da Rotina. Esse gerenciamento, sempre associado ao gerenciamento pela Qualidade Total, caracteriza-se pelo enfoque de gerenciamento dos processos voltado à qualidade de conformidade, numa atitude gerencial de executar de acordo com padrões previamente estabelecidos. Os esforços do Gerenciamento da Rotina são destinados para eliminar não conformidades provindas da variação nos processos, e se possível eliminá-las para promover assim uma melhoria do processo produtivo (CAMPOS, 2004).

#### 2.3.4.2.1 Etapas do PDCA

##### 1) *Plan* - Planejar

É o módulo do PDCA considerado como o mais importante, por ser o início do ciclo, desencadeando todo o processo sequente. A eficácia futura do ciclo estará baseada em um planejamento bem elaborado e minucioso, o qual terá todas as informações e dados necessários para as etapas restantes (ANDRADE, 2003).

A etapa do planejamento do ciclo deve conter os seguintes itens, segundo Lobo e Silva (2014):

- i. Descrição do problema: descrever o problema ou processo que será estudado ou modificado no ciclo. Descrição do objetivo do trabalho;
- ii. Questões que se pretende que sejam respondidas: é importante no planejamento que o grupo faça as perguntas e estabeleça quais questões precisa conhecer e que informações quer obter. Nesta etapa, portanto, é que se registram não só o que realmente se queria como também em que mudança se estava pensando quando o problema foi estudado e os planos propostos;
- iii. Predições sobre as questões: quando uma questão é colocada para ser respondida, é muito comum que já se tenha uma ideia do resultado, ou seja, é comum já ter um palpite sobre o resultado que será obtido. Nesta etapa deve-se descrever quais são estes palpites. Para isso, utilizam-se dados históricos, a própria intuição do grupo etc.
- iv. Desenvolvimento do plano: é feito o planejamento do experimento ou da mudança a ser feita. Descrição do que será feito, quando e como será feito, por quem será conduzido e onde será feito. Neste desenvolvimento, se necessário, são criados formulários, coleta de dados, folha de verificação com itens a serem observados, quem é o responsável por observar etc.

Já Andrade (2003) afirma que para que o módulo possa atender a todas as premissas expostas com relação à importância do planejamento dentro do contexto do ciclo do PDCA, o mesmo é subdividido em cinco etapas, citando Campos (1996, *apud* ANDRADE, 2003, p. 20), etapas que são:

- i. Localizar o problema;

- ii. Estabelecer meta;
- iii. Análise do fenômeno;
- iv. Análise do processo (causas);
- v. Elaborar plano de ação.

A respeito de metas, estas devem ser sempre estabelecidas nos fins (no produto, na satisfação e segurança das pessoas envolvidas com o processo), e nunca nos meios (no processo), pois no processo não haverá metas, mas sim medidas (ou contramedidas) para as causas dos problemas. Toda meta a ser definida deverá sempre ser constituída de três partes: objetivo gerencial, prazo e valor, buscando assim obter um conceito completo do termo meta (ANDRADE, 2003).

O plano de ação representa o produto de todo processo referente à etapa de planejamento do ciclo PDCA. É o plano de ação que coloca o gerenciamento em movimento, e tem como objetivo tornar operacional a implantação de metas no processo de produção de maneira que se tenha grande probabilidade de sucesso. O plano de ações deve conter o cronograma de ações a serem tomadas, a definição de responsabilidades, a alocação de recursos, assim como a delegação das ações e o acompanhamento das mesmas (ANDRADE, 2003).

## 2) *Do - Fazer*

Segundo Andrade (2003, p. 53) nesta etapa “todas as metas e objetivos traçados na etapa anterior, e devidamente formalizados em um plano de ação, deverão ser postos em prática, de acordo com a filosofia de trabalho de cada organização”. Somente será viável se houver a existência de um plano de ação bem estruturado. A etapa permite que o plano seja praticado de forma gradual, organizada, em uma escala gradual, permitindo maior eficácia das medidas a serem tomadas (ANDRADE, 2003).

Nesta etapa coloca-se em prática o que os procedimentos determinam, porém, para atingir sucesso é preciso que as pessoas envolvidas sejam competentes, onde o treinamento irá habilitá-las a executar as atividades com eficácia. No contexto da qualidade, esses treinamentos podem ser realizados em sessões de grupo ou no próprio posto de trabalho. Nesta fase, faz-se a condução do plano e anotam-se as questões observadas. No caso de mudança de processo, muitas vezes não é possível que se verifiquem os resultados instantaneamente, mas no plano já devem

ter sido previstos pontos de checagem para coleta de observações (LOBO e SILVA, 2014).

Enquanto o planejamento e a programação estão voltados para a eficácia (intrínseca às ações estipuladas), a etapa de execução está voltada para a eficiência do processo construtivo. Assim, um processo produtivo eficiente será proveniente de um plano contendo ações realmente eficazes (VIEIRA NETTO, 1988 *apud* ANDRADE, 2003).

Para manter um controle mais eficiente das ações descritas no plano de ação, deve-se atentar aos itens de verificação e controle do processo. São itens de gerenciamento, gerados sempre que uma meta é estipulada ou contido no gerenciamento da rotina. Um item de controle atua no efeito do processo, ou seja, incide no resultado final (produto). Exemplos de itens de controle: itens de controle de qualidade, de custo, de entrega, de moral e de segurança (ANDRADE, 2003).

Segundo Campos (2004, p. 21), “os itens de controle de um processo são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir a sua qualidade total”. Já os itens de verificação de um processo, segundo Campos (2004, p. 22) “são índices numéricos estabelecidos sobre as principais causas que afetam determinado item de controle”.

O sistema de Gestão à Vista consiste em expor, através de gráficos e diagramas de barras, os itens de controle e os planos de ação, respectivamente, pré-definidos para cada setor da empresa. Assim, para cada item de controle estabelecido, bem como os planos de ação gerados para atingir a meta deste item, deve-se organizar um sistema de painéis de controle, contendo a meta a ser atingida no decorrer de um prazo definido, mantendo um controle regular sobre os eventuais desvios dessa meta (ANDRADE, 2003).

### 3) *Check* - Verificar

O terceiro módulo do ciclo PDCA é definido como a fase de verificação das ações executadas na etapa anterior, *Do*. Essa fase baseia-se nos resultados das ações procedentes da fase de planejamento, e por isso, todas as ações devem ser monitoradas formalizadas adequadamente na fase anterior, para que a verificação

dos resultados possa ser realizada da maneira mais eficaz possível (ANDRADE, 2003).

Nesta etapa deve-se verificar o que foi aprendido durante a execução do plano. Esta verificação deve ser contínua e pode ser efetuada tanto pela observação quanto pelo monitoramento dos índices de qualidade e produtividade. As auditorias internas de qualidade também são uma excelente ferramenta de verificação. É nesta fase também que se comparam os resultados com as previsões feitas durante o planejamento e que se verifica se os objetivos do plano foram alcançados. É importante que se faça um pequeno resumo dos pontos principais do conhecimento adquirido para que não se perca o foco e para que, no futuro, ao se consultar os registros passados, os pontos secundários não sejam confundidos com os principais (LOBO e SILVA, 2014).

Para que a análise ocorra de forma organizada, Melo (2001, *apud* ANDRADE, 2003, p. 61) “propõe subdividir essa etapa em três fases: comparação dos resultados, listagem dos efeitos secundários e verificação da continuidade ou não do problema”.

Quando os efeitos indesejáveis continuam a ocorrer, mesmo após a execução das ações planejadas, significa que a solução apresentada foi falha. Assim, o ciclo PDCA deve ser reiniciado, para que novas ações possam ser discutidas para que as causas desse problema possam ser, de fato, bloqueadas e solucionadas. Quando a eficácia das ações é comprovada, a equipe estará apta a realizar o último módulo do ciclo PDCA, o *Act* (ANDRADE, 2003).

#### 4) *Act* - Agir

Segundo Andrade (2003, p. 62), “o último módulo do ciclo PDCA é caracterizado pelo processo de padronização das ações executadas, cuja eficácia foi verificada na etapa anterior, objetivando a melhoria contínua”.

É a etapa onde é realizada a análise crítica do ciclo e estabelece-se um plano de ação para implementações de ações que devam ser tomadas após as conclusões obtidas com o estudo do ciclo. Se durante a checagem ou verificação for encontrada alguma anormalidade, este será o momento de agir corretivamente, atacando as causas que impediram que o procedimento fosse executado conforme planejado. Assim que elas forem localizadas, as contramedidas deverão ser adotadas, isto é,

as ações que vão evitar que o erro ocorra novamente. Essas medidas podem virar normas, novos procedimentos ou padrões (LOBO e SILVA, 2014).

As ações nessa fase devem ser baseadas nos resultados positivos obtidos na fase anterior, na expectativa de padronizar essas ações para serem utilizadas em outras ocasiões semelhantes. A partir do momento que uma organização obtém seus padrões de excelência, estes deverão sempre sofrer contínuas mudanças, a fim de melhorá-los cada vez mais, evidenciando assim o processo de melhoria contínua. (ANDRADE, 2003).

De acordo com Lobo e Silva (2014, p. 54), “o PDCA é um ciclo e, portanto, deve ‘rodar’ continuamente. Para que ‘rode’ de maneira eficaz todas as fases devem acontecer. A supressão de uma fase causa prejuízos ao processo como um todo”.

Lobo e Silva (2014) afirmam que ao implementar o Ciclo PDCA deve-se evitar:

- Fazer sem planejar;
- Definir metas e não preparar os métodos para atingi-las;
- Definir metas e não preparar o pessoal para executá-las;
- Fazer e não checar;
- Planejar, fazer, checar e não agir corretivamente, quando necessário;
- Parar após uma volta, pois o PDCA é um ciclo e, portanto, deve “rodar” continuamente.

O método PDCA é um instrumento que auxilia o gestor no planejamento: focar, priorizar ou tomar decisões, identificar causas dos problemas, escolher entre alternativas de decisão, escolher áreas de controle, avaliar a eficácia de suas ações e agir de maneira a corrigir os problemas que ainda perduram às ações gerenciais. Então, o método PDCA é, por si só, um modelo de gestão de empresa (BUTCHER, 2004).

### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa realizada trata-se de pesquisa básica pura ou fundamental, que objetiva a ampliação de conhecimentos teóricos, pesquisa descritiva por abordar quatro aspectos principais: descrição, registro, análise e interpretação de fenômenos atuais, com objetivo no presente e pesquisa do tipo quantitativa, por considerar o que pode ser quantificável, traduzido em números opiniões e informações para classificação e análise, requerendo o uso de recursos e técnicas estatísticas.

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi um estudo de caso realizado por meio de uma pesquisa descritiva do tipo quantitativa, utilizando um questionário estruturado suportado pela pesquisa documental e a observação não participante como aprofundamentos na coleta de dados.

Denomina-se método a ordem que se deve seguir aos diferentes processos necessários para se atingir certo fim ou resultado desejado. Para a ciência, método é o conjunto de processos empregados na investigação e na demonstração da verdade. Método depende, fundamentalmente, do objetivo da pesquisa, sendo considerado assim como o conjunto das diversas etapas que devem ser seguidos para a realização da pesquisa. Um método fundamentalmente idêntico para todas as ciências, que compreende procedimentos, aplicações científicas ou operações levadas a efeito em qualquer tipo de pesquisa. São eles: a observação, a descrição, a comparação, a análise e a síntese (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007).

A pesquisa é uma atividade destinada à investigação de problemas teóricos ou práticos, empregando-se processos científicos. Ela surge a partir de uma dúvida ou problema, e com o uso do método científico, busca-se uma solução ou resposta. Esses três elementos: dúvida ou problema, método científico e solução ou resposta são imprescindíveis, já que uma solução poderá ocorrer somente quando algum problema levantado tenha sido tratado através de instrumentos científicos e procedimentos adequados (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007).

A pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que exige um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais (LAKATOS e MARCONI, 2010).

Segundo Demo (1996, *apud* KAUARK, MANHÃES e MEDEIROS, 2010, p. 25), pesquisa “é uma atitude, um questionamento sistemático, crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”.

De acordo com Lakatos e Marconi (2010, p. 139), o desenvolvimento de um projeto de pesquisa compreende seis passos:

1. Seleção do tópico ou problema para a investigação;
2. Definição e diferenciação do problema;
3. Levantamento de hipóteses de trabalho;
4. Coleta, sistematização e classificação dos dados;
5. Análise e interpretação dos dados;
6. Relatório do resultado da pesquisa.

É muito importante se conhecer os tipos de pesquisas existentes devido à necessidade de definição de instrumentos e procedimentos que um pesquisador precisa utilizar no planejamento da sua investigação. O tipo de pesquisa define a mesma na sua forma metodológica de estratégias investigativas. Por isso, é preciso que o investigador saiba utilizar os instrumentos adequados para encontrar respostas ao problema que se tinha levantado (KAUARK, MANHÃES e MEDEIROS, 2010).

Existem diversas formas de classificar as pesquisas, dependendo da natureza, da abordagem ou assunto, do propósito ou objetivo e dos procedimentos efetivados para alcançar os dados. Segue, segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010):

- Do ponto de vista da natureza pode ser: pesquisa básica ou aplicada;
- Do ponto de vista da forma de abordagem do problema: pesquisa qualitativa ou quantitativa;
- Do ponto de vista de seus objetivos: pesquisa exploratória, descritiva ou explicativa;

- Do ponto de vista dos procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *Ex post facto*, pesquisa-ação ou pesquisa participante.

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa que pode ser classificada como pesquisa básica pura ou fundamental, que objetiva o progresso científico, a ampliação de conhecimentos teóricos, sem a preocupação de utilizá-los na prática. É uma pesquisa formal e que tem por meta o conhecimento pelo conhecimento. É também uma pesquisa descritiva por abordar quatro aspectos principais: descrição, registro, análise e interpretação de fenômenos atuais, com objetivo no presente (LAKATOS e MARCONI, 2007).

Trata-se de uma pesquisa do tipo quantitativa, por considerar o que pode ser quantificável, traduzido em números opiniões e informações para classificação e análise, requerendo o uso de recursos e técnicas estatísticas e, como visto, uma pesquisa descritiva, porque visa descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relação entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática não participante. Isso ocorre na forma de levantamento, que é quando a pesquisa envolve a interrogação direta de pessoas cujo comportamento se deseja conhecer (KAUARK, MANHÃES e MEDEIROS, 2010).

Na observação não participante, o pesquisador permanece de fora, ou seja, tem contato com o grupo ou realidade pesquisada, mas sem integrar-se com eles. Presencia o fato, mas não participa dele, não se envolve pelas situações, fazendo mais o papel de espectador (LAKATOS e MARCONI, 2010).

A pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los. Procura descobrir, com a maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e suas características. Busca conhecer as diversas situações e relações que ocorrem na vida social, política, econômica e demais aspectos do comportamento humano, tanto do indivíduo tomado isoladamente como de grupos e comunidades mais complexas (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007, p. 61).

A pesquisa descritiva desenvolve-se abordando dados e problemas que merecem ser estudados. Esses dados, que ocorrem em seu hábitat natural, precisam ser coletados e registrados ordenadamente para seu estudo propriamente dito. A

pesquisa descritiva pode assumir diversas formas, entre as quais destaca-se: estudos descritivos; pesquisa de opinião; pesquisa de motivação; estudo de caso; pesquisa documental (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007).

A coleta de dados é uma das importantes tarefas características da pesquisa descritiva, e para tal, são utilizados, como principais instrumentos, a observação, a entrevista, o questionário e o formulário. A coleta e o registro não constituem, por si sós, uma pesquisa, mas sim técnicas específicas para se atingir os objetivos da pesquisa (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007).

No trabalho foi utilizado o questionário estruturado. De acordo Lakatos e Marconi (2010, p. 184): “Questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”.

Enquanto tipo, esta pesquisa utilizará o estudo de caso, haja vista que o trabalho será realizado em uma só empresa e terá o objetivo de entender melhor sobre a aplicação de ferramentas da qualidade, de maneira a tornar possível a investigação de suas influências sobre os empregados.

Diante disso, faz-se necessário entender que o estudo de caso não significa em si uma escolha metodológica e sim a escolha do objeto a ser estudado. Uma unidade de análise é o tipo de caso ao qual estão interligadas as variáveis ou fenômenos que estão sendo pesquisados e o problema de pesquisa, bem como os dados a serem coletados e analisados. Sendo assim, uma abordagem de estudo de caso implica em uma única unidade de análise que pode vir a ser uma empresa ou um grupo de trabalhadores, um acontecimento, um processo ou até mesmo um só indivíduo. Para esta pesquisa, considerou-se um conjunto de indivíduos desempenhando ações comuns ou distintas.

Existem técnicas de pesquisa que visam aumentar o grau de confiabilidade do estudo de caso. Entretanto, não se pretende ir além da condição de se evidenciar os fatos e ocorrências específicas acerca das influências da aplicação de ferramentas da qualidade sob a ótica dos empregados da Vale Fertilizantes no município de Tapira-MG. É importante ressaltar novamente que não existem quaisquer ideias pré-concebidas sobre o assunto pesquisado nas condições e no momento da realização deste, quão menos intenções de tornar este estudo uma referência para todos os casos existentes, não tendo, portanto, o intuito de se generalizar as evidências dele

extraídas, e sim, de se gerar considerações pertinentes ao objetivo principal do trabalho.

### **3.2 Unidade de análise e observação**

Foi criada pela empresa uma equipe de melhoria CCQ (Círculos de Controle de Qualidade) na Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira/MG que trabalha com a meta de redução do volume horário ( $m^3/h$ ) de dejetos industriais enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2) durante o ano, utilizando a ferramenta de qualidade PDCA, auxiliada por outras ferramentas de qualidade como: *Brainstorming* ou tempestade de ideias, Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de *Ischikawa*, 5W1H, estratificação, folha de verificação e gráficos de controle.

Esta pesquisa teve o intuito de analisar se a aplicação desta ferramenta pode ou não contribuir para a solução de problemas existentes no processo como, por exemplo, redução da vazão de dejetos de uma Usina de Concentração, que, por sua vez, poderá contribuir significativamente para a redução de perdas no processo e diminuição de impactos ambientais da empresa supracitada.

Foram utilizadas técnicas de aplicação e análise de questionário estruturado aos participantes da equipe de melhoria, bem como aos outros empregados da empresa, buscando observar, sob a ótica dos respondentes supracitados, quais as influências da aplicação das ferramentas da qualidade na solução de problemas diante da empresa pesquisada.

A abrangência do estudo engloba tanto os trabalhadores da Usina de beneficiamento, quanto o pessoal diretamente envolvido nos serviços de manutenção desta usina, da geotecnia e das áreas de meio ambiente e de qualidade da empresa. Tendo como base o levantamento realizado, essa abrangência envolve cerca de 300 (trezentos) trabalhadores. Assim, determinou-se a aplicação do questionário estruturado para cerca de 55% a 60% desse contingente, ou seja, de 165 a 180 respondentes desses determinados setores de trabalho na empresa.

Os questionários foram entregues e/ou enviados por e-mail para 203 funcionários da empresa, no período de 30 de maio a 15 de junho de 2015, sendo que 170 foram

respondidos e devolvidos até o dia 23 de junho de 2015, data determinada para encerramento dessa parte da pesquisa, constituindo-se, assim, como parte integrante da pesquisa proposta. Ou seja, obteve-se um total de 83,7% de retorno dos questionários, valor considerado satisfatório, haja vista, as dificuldades encontradas na aplicação desse tipo de questionário no ambiente de trabalho da empresa pesquisada.

### 3.2.1 Empresa pesquisada

#### 3.2.1.1 *Vale Fertilizantes*

A indústria de fertilizantes tem um papel vital na economia global, pois o mundo está crescendo rapidamente e a necessidade de produzir mais alimentos também. Neste contexto, a Vale investe na produção de fertilizantes para contribuir com o desenvolvimento da agricultura e ajudar a vencer o desafio de produzir mais alimentos com menor impacto ao meio ambiente.

A empresa pesquisada atua no ramo de produção de fertilizantes, que são compostos por três nutrientes básicos: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Esses elementos, misturados conforme as necessidades da cada solo e cultura, garantem o crescimento das plantas e a qualidade dos produtos agrícolas, frutos e grãos. As matérias-primas produzidas pela Vale Fertilizantes (NPK) são utilizadas pelas indústrias misturadoras que produzem e vendem os fertilizantes.

A empresa tem como Política do Sistema Integrado de Gestão:

A Vale Fertilizantes, que atua em diversos países nos segmentos de mineração, fertilizantes, insumos químicos e nutrição animal, tem como compromissos:

- Prevenir riscos reais e potenciais associados a todas as atividades do negócio, com medidas para assegurar a integridade física, mental e social dos envolvidos;
- Utilizar de forma correta os recursos naturais e preservar o patrimônio e o conhecimento;
- Praticar o justo reconhecimento em função da atitude e do desempenho;
- Estimular e promover a capacitação, com o objetivo de desenvolver potencialidades;

- Atuar de forma responsável e transparente, tendo o respeito e a ética como conduta empresarial;
- Atender aos requisitos legais, corporativos e do Sistema Integrado de Gestão;
- Considerar as necessidades e as expectativas das partes interessadas para a construção de um legado positivo e sustentável;
- Promover a excelência operacional por meio da melhoria contínua e da inovação.

A empresa adota como sua missão, visão e valores principais os seguintes:

Missão: Transformar os recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

Visão: Ser a empresa de recursos naturais global número um em criação de valor de longo prazo, com excelência, paixão pelas pessoas e pelo planeta.

A figura 19 a seguir mostra as unidades em operação da Vale Fertilizantes no Brasil:



Figura 19 – Unidades em operação da Vale Fertilizantes.

Fonte: Adaptado de [www.valefertilizantes.com](http://www.valefertilizantes.com). Acesso em 10 jun. 2015.

### 3.2.1.2 Complexo de Mineração de Tapira - CMT

O Complexo de Mineração de Tapira (CMT) está situado no município de Tapira, no oeste do estado de Minas Gerais, pertencente ao Vale do Rio Paranaíba, aproximadamente 35 (trinta e cinco) km a sudeste da cidade de Araxá. Ocupando uma área maior que 78.000.000 m<sup>2</sup> (setenta e oito milhões de metros quadrados) a unidade está em operação desde 1978 e engloba atividades de lavra a céu aberto, beneficiamento do minério, expedição via mineroduto e instalações de suporte (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

O Complexo é o principal responsável pelo abastecimento de rocha fosfática do país. A rocha fosfática pode ser considerada, atualmente, a única fonte de fósforo economicamente viável para a produção de fertilizantes fosfatados e fosfatos para outros fins. A demanda de rocha fosfática é determinada pela produção de fertilizantes fosfatados e fosfatos para indústria e nutrição animal (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

Na figura 20 a seguir, tem-se uma visão panorâmica do Complexo de Mineração de Tapira.



*Figura 20 – Visão panorâmica do Complexo de Mineração de Tapira.*

Fonte: Adaptado de [www.tapirateen.com.br](http://www.tapirateen.com.br). Acesso em 20 mai. 2015.

O complexo de Tapira está relacionado ao evento magmático que afetou a plataforma brasileira, no fim do jurássico ao terciário inferior, e que teve início com os derrames basálticos da bacia do Paraná. Sua atividade principal consiste na produção de concentrado fosfático convencional e concentrado fosfático ultrafino. Toda produção é escoada para o Complexo Industrial de Uberaba (CIU), sendo que o concentrado convencional é expedido via mineroduto e o concentrado ultrafino, via transporte rodoviário (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

O complexo de Tapira é composto, principalmente, de rochas ultrabásicas, com predomínio do piroxenito (em torno de 80%). Enquanto as jazidas de fosfato e nióbio são constituídas por apatita e pirocloro (minerais primários), a de titânio é formada por anatásio, um produto secundário, gerado a partir da perovskita. As jazidas de titânio, nióbio e terras raras são residuais e localizam-se no manto de intemperismo (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

Na figura 21 a seguir, tem-se uma visão panorâmica da mina do CMT.



*Figura 21 – Mina do Complexo de Mineração de Tapira.*

Fonte: Adaptado de [www.folha.uol.com.br](http://www.folha.uol.com.br). Acesso em 10 jun. 2015.

### 3.2.1.2.1 Processos gerais do Complexo de Mineração de Tapira

O processo produtivo é iniciado com a extração do minério, totalmente mecanizada e desenvolvida a céu aberto, com bancadas de 13 metros de altura. De acordo com o perfil geológico da jazida, o fosfato está localizado sob duas camadas superpostas: a primeira de estéril, Zona do Estéril, com espessura entre 30 e 40 metros; e a segunda, formada pela Zona Mineralizada de Titânio, medindo entre 25 e 30 metros. O desmonte de rocha é realizado mecanicamente e com a utilização de explosivos (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

O ROM (*Run-of-Mine*), minério bruto proveniente da mina, lavrado da mina, é transportado em caminhões rodoviários até a unidade de Britagem Primária. No local, o material é descarregado em um alimentador de placas que alimenta uma grelha vibratória, que faz a separação granulométrica do minério. O material retido nesta grelha alimenta um britador giratório e, posteriormente, se junta ao passante da grelha em uma correia transportadora de 1000 (mil) metros de comprimento, que transporta o material para a Britagem Secundária. O produto é encaminhado a um divisor de fluxos que distribui o material em dois silos, alimentando os britadores de rolos.

Posteriormente, um equipamento de construção de pilhas (empilhamento), no caso, uma empilhadeira *Stacker*, promove a formação da pilha de homogeneização do tipo Chevron, dispondo o minério nos pátios, permitindo a formação de duas pilhas paralelas de 700 (setecentos) metros de comprimento e capacidade para 240.000 (duzentos e quarenta mil) toneladas em cada uma (BARROS, 1988).

Na foto a seguir, figura 22, destaca-se a empilhadeira *Stacker* e o retomador de caçambas, ambos no pátio de retomada.



*Figura 22 – Stacker e Retomador.*

Fonte: Acervo do Autor.

Os retomadores enviam o material das pilhas para um divisor de fluxos, repartindo-o em dois silos, alimentando o peneiramento primário com duas peneiras de 1 (um) deck e abertura de 45 (quarenta e cinco) mm. O material retido é destinado à britagem terciária, composta por um britador hydrocônico (de compressão), o passante vai para um peneiramento secundário, constituído por quatro peneiras de 2 (dois) decks com aberturas de 19 (dezenove) mm e 7 (sete) mm. O minério proveniente do britador terciário segue para uma peneira com 2 (dois) decks e aberturas de 7 (sete) mm.

O retido nas malhas de 19 (dezenove) mm nas peneiras secundárias alimenta um circuito de britagem quaternária, composto por dois britadores: um de impacto e outro hydrocônico. O minério britado alimenta um peneiramento terciário, composto por duas peneiras de 2 (dois) decks de 19 (dezenove) mm e 7 (sete) mm.

Os retidos nas malhas de 7 (sete) mm dos peneiramentos compõem o minério granulado, com granulometria calculada entre 19 (dezenove) mm e 7 (sete) mm, alimentando o circuito de moagem granulada através de transportadores de correia (BARROS, 1988).

O *undersize* (passante) das peneiras, corresponde ao minério friável, com granulometria abaixo de 7 (sete) mm e alimenta o circuito de moagem friável via bombeamento (BARROS, 1988).

O Circuito de Granulado recebe o material retido nas peneiras, que é moído e, em seguida, é enviado para separadores magnéticos de baixa intensidade. Nesta etapa, o material magnético é direcionado para a barragem de magnetita via bombeamento e o material não magnético é classificado na etapa de ciclonagem – processo em que partículas grossas são separadas das finas, no qual o *overflow* (material fino e/ou com baixa densidade) segue para as etapas de deslamagem e o *underflow* (material grosso e/ou com alta densidade) é direcionado para a moagem de bolas (BARROS, 1988).

O Circuito Friável recebe o minério friável e faz uma pré-classificação para a remoção dos finos naturais da alimentação da moagem. O *overflow* desta pré-classificação segue para a alimentação e o *underflow* alimenta a moagem de material friável, realizada em moinhos de bolas (BARROS, 1988).

Após a moagem de bolas, o material é direcionado para a separação magnética de baixa intensidade, local em que são removidos os minerais magnéticos. O produto não magnético segue para o estágio de classificação, onde o *overflow* será o produto final da moagem e vai para a deslamagem, e o *underflow* segue para a alimentação dos moinhos como carga circulante do circuito de moagem (BARROS, 1988).

Como visto, as etapas de moagem contam com moinhos de barras e moinhos de bolas. A etapa consiste na redução de tamanho do minério e visa liberar as partículas de minerais distintos. São acompanhadas pela classificação que, inicialmente, é realizada através da pré-classificação e, posteriormente, por hidrociclones com o objetivo de auxiliar na moagem, retirando do moinho as partículas que já estão no tamanho adequado (mais finas) e enviando novamente ao moinho somente as partículas grosseiras (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

A foto a seguir, figura 23, mostra alguns dos moinhos da unidade de Tapira.



*Figura 23 – Moagem do CMT.*

Fonte: Adaptado de [www.tapirateen.com.br](http://www.tapirateen.com.br). Acesso em 20 mai. 2015.

A separação magnética seleciona os componentes do minério segundo propriedade física susceptibilidade magnética. Esta operação é realizada pelos Separadores Magnéticos de Baixa Intensidade (SMBI) e pelos Separadores Magnéticos de Alta Intensidade (SMAI).

A etapa de deslamagem é composta por várias baterias de hidrociclones, sendo responsável pela remoção de finos naturais ou aqueles gerados durante a etapa de moagem, já que a presença de finos na flotação (etapa posterior), além de prejudicar o seu desempenho, contribui no aumento do consumo de reagentes. As lamas geradas no processo compõem o circuito ultrafinos (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

A atrição com soda cáustica tem a finalidade de limpar as partículas para a etapa de condicionamento, removendo e dispersando as lamas agrupadas que recobrem sua superfície e não deixam os reagentes atuarem de forma eficaz (BARROS, 1988).

No condicionamento adicionam-se os reagentes, que modificam as características físicas das partículas e promovem o contato dos reagentes com as mesmas. A preparação e as dosagens de cada reagente são distintas para cada circuito. São utilizados, segundo Barros (1988):

- Depressor: Fubá de milho (amido) gelatinizado com soda cáustica e água.
- Coletor: Óleos sintéticos e vegetais (ácidos graxos saponificados com soda cáustica e água).
- Regulador de pH: Soda cáustica.

O material fino proveniente da deslamagem é enviado para o condicionamento e flotação de finos em colunas, responsável por concentrar a rocha fina. Já o material grosso separado na deslamagem é direcionado para o condicionamento e flotação friável grosso em células mecânicas em quatro estágios: *rougher, scavenger, cleaner e recleaner* (BARROS, 1988).

Flotação é a operação de concentração responsável pelo enriquecimento efetivo da rocha fosfática, assim, aumentar a presença dos minerais úteis, no caso a apatita no minério, promovendo uma elevação no seu teor até o percentual requerido para sua industrialização. No caso o Concentrado Fosfático Convencional com teor de 35 % de  $P_2O_5$  (óxido de fósforo) a partir do minério com teor de  $P_2O_5$  a 8,0% e o Concentrado Fosfático Ultrafino com teor de 35 % de  $P_2O_5$  (óxido de fósforo) a partir de lamas anteriormente descartadas do processo.

A foto a seguir, figura 24, mostra a área da flotação por células mecânicas convencionais da unidade de Tapira.



Figura 24 – Flotação do CMT.

Fonte: Adaptado de [www.tapirateen.com.br](http://www.tapirateen.com.br). Acesso em 20 mai. 2015.

O concentrado *re-cleaner* é o acumulado final granulado e, juntamente com o friável, compõe o concentrado convencional. Esta composição segue para a etapa subsequente de separação magnética de alta intensidade (SMAI) e uma etapa de remoagem do concentrado, que objetiva controlar a granulometria do concentrado que será expedido via mineroduto.

O *scavenger*, por sua vez, é o rejeito final da flotação e segue via bombeamento para a Barragem de Rejeitos (BARROS, 1988).

O concentrado passa por uma etapa de desaguamento por hidrociclones antes de ser espessado. O espessamento consiste na etapa responsável pelo adensamento da polpa mineral, retirando-se parte da água, até um valor conveniente para ser direcionado para tanques, e posteriormente, expedido até o Complexo Industrial de Uberaba via mineroduto.

Toda produção do concentrado fosfático convencional é bombeada via mineroduto com uma extensão de 123 (cento e vinte e três) km até o Complexo Industrial de Uberaba, onde se localizam as instalações químicas para produção de fertilizantes. O transporte se faz através de uma única estação de bombeamento da polpa resultante da mistura de concentrado mineral com água, com especificação e densidade controlada, através de uma tubulação de aço de alta resistência (ARAUJO, SOBRAL e SANTOS, 2002).

O circuito de Ultrafinos é alimentado por lamas resultantes do processo de deslamagem. Consiste de três etapas de micro deslamagem em hidrociclones de 2". A etapa de flotação é desenvolvida em três estágios, sendo o estágio *Rougher* e *Cleaner* em colunas de flotação e o estágio *Scavenger* em células mecânicas.

O produto flotado da coluna *Cleaner* é o concentrado final. Este produto é transferido por bombeamento até um espessador de polpa, onde é feito um adensamento da polpa para adequar a filtragem. O *underflow* do espessador é bombeado para um filtro do tipo tambor a vácuo, onde é eliminado o restante da água presente na polpa, deixando o minério com umidade em torno de 10 a 15%.

O concentrado fosfático Ultrafino possui 35,0% de  $P_2O_5$ , sendo armazenado em três pátios e posteriormente expedido para o Complexo Industrial de Uberaba através de transporte rodoviário via carretas.

Destaca-se que parte das lamas que não são aproveitadas no circuito são direcionadas para a Barragem de Lamas (BL-1).

Todo o processo de beneficiamento da rocha fosfática é realizado via úmido. 85% da água utilizada é enviada para uma das barragens e reaproveitada. O restante 15% é captado no Ribeirão do Inferno (BARROS, 1988).

A seguir, na figura 25, é apresentado um diagrama de bloco com o fluxograma geral do CMT, a partir do pátio de retomada do minério britado e empilhado.

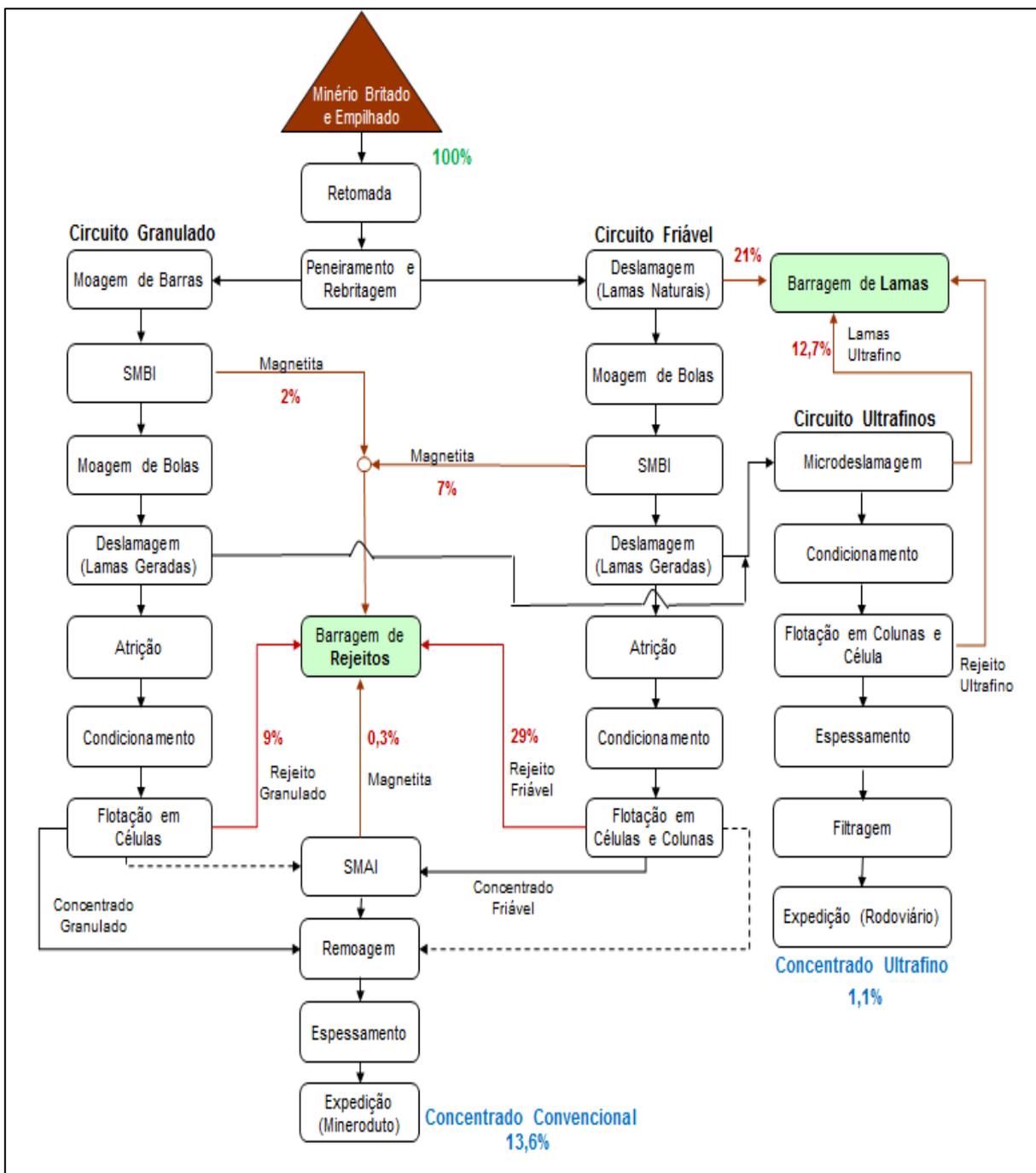


Figura 25 – Diagrama de bloco do CMT.

Fonte: Acervo do autor.

### 3.2.1.2.2 Equipe de Melhoria CCQ

Através de treinamentos realizados junto à empresa no ano de 2014, sobre os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) e a metodologia PDCA, foi criada, no

início de Setembro de 2014, a Equipe CALHA. Trata-se de uma equipe multidisciplinar composta por sete integrantes, sendo:

1. Operador de Processo Mineral III – Líder da Equipe, autor e observador não participante dessa pesquisa;
2. Supervisor de Produção;
3. Técnico em Mineração;
4. Operador de Processo Mineral I;
5. Supervisor de Manutenção;
6. Instrumentista de Sistemas II;
7. Técnico de Inspeção de Equipamentos.

Como visto anteriormente, os CCQ são círculos de pessoas que praticam o controle da qualidade, buscando a causa dos problemas. O objetivo principal do CCQ é a motivação do ser humano e não deve ser visto como um mecanismo para ganhos de produtividade, embora em muitos casos, com o tempo e com as pessoas mais capazes, acaba por apresentar excelentes resultados (CAMPOS, 2004).

A equipe formada teve como base para início dos trabalhos, atuar no seguinte problema da Usina de Concentração do Complexo de Mineração de Tapira: o alto volume de dejetos industriais, em m<sup>3</sup>/h, enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2) da unidade.

A estratégia de trabalho da equipe resume-se em:

- Reuniões inicialmente quinzenais e após mensais;
- Levantamento das principais causas;
- Elaboração das ações pertinentes;
- Acompanhamento da execução das ações;
- Elaboração de novas ações, quando necessário;
- Acompanhamento das metas;
- Discussão dos resultados.

Baseado na metodologia de trabalho do Ciclo PDCA, a equipe desenvolve o trabalho. Segue o passo a passo de forma simplificada de como o trabalho tem sido desenvolvido pela equipe de melhoria.

## 1. Etapa *Plan* (P) - Planejar:

Identificação do Problema:

- Alto volume de dejetos industriais, em  $m^3/h$ , enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2).

Histórico do problema:

Conforme indicador de desempenho, na figura 26 a seguir, nota-se que a vazão da calha de dejetos, em  $m^3/h$ , encontrava-se com valor elevado em quase todos os meses anteriores ao início do trabalho da equipe, indicando uma tendência de não cumprimento da meta estabelecida.

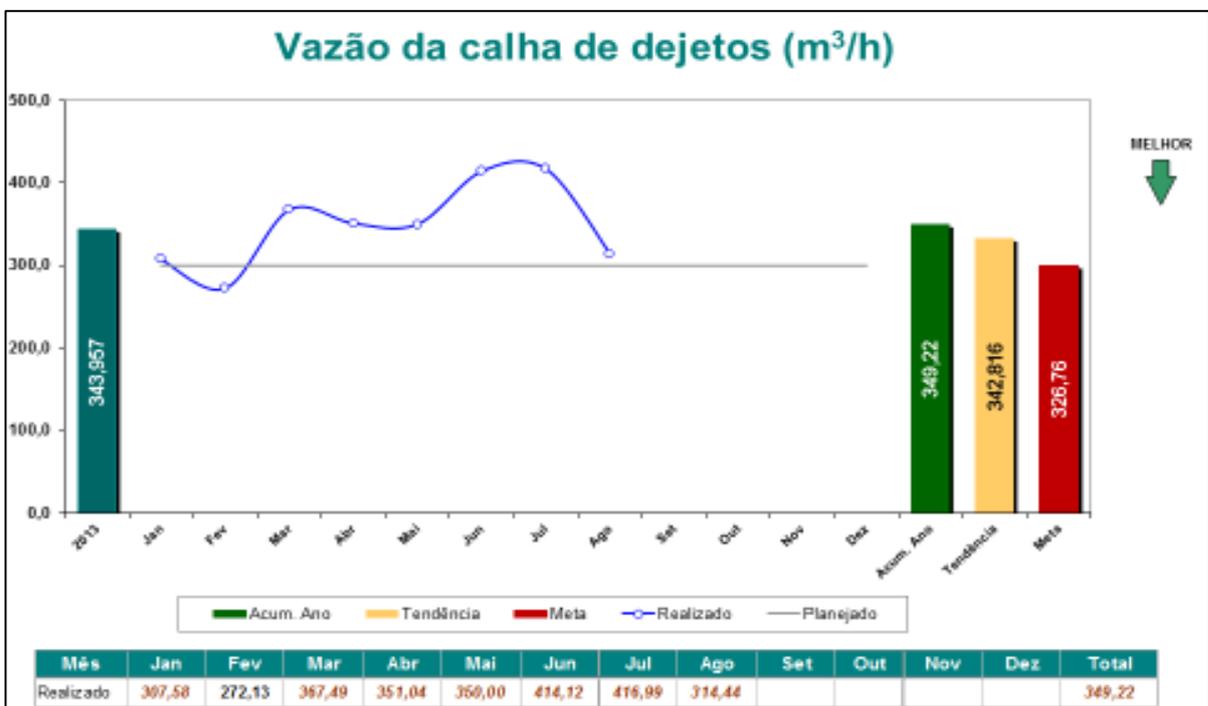


Figura 26 – Indicador da Vazão da calha de dejetos ( $m^3/h$ ).

Fonte: Apresentação GERROT de agosto de 2014.

Características do problema:

O volume de dejetos industriais é constituído pelas sobras de minério na Usina, águas do processo, de limpeza e pluviais. Os sólidos gerados pelas sobras de Usina têm volume e características diferentes dependendo da etapa em que há a perda, assim como a água pode ser de limpeza, chuva ou de processo. Por isso, torna-se difícil a mensuração desses dejetos.

Estabelecimento do Objetivo e Meta da equipe:

Redução em 5% do volume horário ( $m^3/h$ ) de dejetos industriais enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2) durante o ano, em relação ao resultado obtido no ano anterior.

Levantamento das Causas do Problema:

Através da ferramenta brainstorming e utilizando o Diagrama de causa e efeito, a equipe se reuniu para realizar o levantamento das principais causas que ocasionaram o problema estudado. Dentre as principais, destacou-se:

- Sobras das caixas de bombas;
- Desperdício de água no procedimento de parada ou by pass de equipamentos;
- Erro na forma de aferição de instrumento;
- Drenagem de colunas e condicionadores;
- Desperdício de água utilizada para limpeza industrial;
- Vazamentos em geral na área, em tubulações, caixas e equipamentos;
- Perda de água da Torre de Resfriamento dos moinhos;
- Perda de água nos trocadores de calor de várias bombas;
- Drenagem da caixa de contenção de reagentes;
- Perda de água de retorno de limpeza dos transportadores na moagem granulada;
- Falsa indicação de nível de bombas;
- Chuva;
- Controle de nível das bombas do Ultrafinos;
- Válvulas de água danificadas.

Estabelecimento do Plano de ação da equipe:

Utilizando a ferramenta de qualidade 5W1H, foi confeccionado o plano de ação da equipe, levantamento das principais ações para minimizar as perdas e atingir os objetivos e a meta estabelecida.

2. Etapa *Do* (D) - Fazer:

Dentre inúmeras ações levantadas, destacam-se as seguintes ações que foram executadas no ano de 2014:

1. Realização de orientação e conscientização dos trabalhadores envolvidos diretamente no processo produtivo (Supervisores, técnicos, operadores de Sala de Controle e das áreas).
2. Realização de orientação e conscientização dos trabalhadores envolvidos na limpeza das áreas industriais, empresa terceira.
3. Implantação da Planilha de Controle Diário da Vazão da calha de dejetos da Usina.
4. Levantamento das principais bombas com maior frequência de sobras na caixa.
5. Orientação quanto à real necessidade de drenagem dos equipamentos para a manutenção.
6. Melhoria no monitoramento dos vazamentos na Usina.
7. Criar procedimento para reaproveitamento do material da caixa de contenção de reagentes no processo.
8. Levantamento de válvulas danificadas que estavam gerando perdas no processo e planejar troca em oportunidades futuras, como paradas programadas da Usina;
9. Implantação de registros no Relatório da Supervisão referentes ao valor médio da vazão da calha de dejetos do turno e o acumulado do mês.

Os próximos passos do ciclo PDCA serão apresentados no capítulo de análise, interpretação e discussão dos resultados, com o intuito de demonstrar os resultados obtidos pela equipe e as observações e investigações realizadas para essa pesquisa.

### **3.3 Técnicas de coleta de dados**

O trabalho de pesquisa para a coleta de dados foi realizado via triangulação de dados que envolveu a análise documental a respeito das áreas da empresa Vale Fertilizantes onde a pesquisa foi realizada e sobre o trabalho desenvolvido pela equipe de melhoria CALHA, objeto de estudo deste trabalho; a observação não

participante realizada pelo pesquisador que teve como tarefa acompanhar diante da pesquisa na empresa a aplicação das ferramentas da qualidade; e aplicação de questionário estruturado com a equipe de melhoria e com os empregados da área de abrangência selecionada.

Assim sendo, a coleta de dados foi realizada em três etapas distintas para que se tornasse possível realizar a técnica de triangulação de dados em busca de maior enriquecimento do trabalho do ponto de vista da validade. Essas condições têm como foco principal, esclarecer detalhes de uma forma simultânea, garantindo que será impossível caracterizar um fenômeno como o abordado pela pesquisa de forma separada.

Considerando-se todos os aspectos que norteiam a pesquisa e os parâmetros que foram utilizados para a triangulação, as etapas foram as seguintes:

- Etapa 1: Foi realizado trabalho de coleta de informações documentais de caráter generalista a respeito das áreas da empresa que são pesquisadas, como a área de beneficiamento de minérios, manutenção industrial e gestão da qualidade e sobre o trabalho realizado pela equipe de melhoria CALHA, que atua com o objetivo de redução da vazão de dejetos da Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira-MG que são enviados para a Barragem de Dejetos. Nessa etapa, procurou-se reunir materiais que contivessem dados, análises, detalhes e tudo o mais que pudesse fornecer alguma informação sobre como é formada a equipe, metas e objetivos, histórico e características do problema estudado, plano de ação e execução de atividades, sempre baseado no ciclo PDCA utilizado para o trabalho da equipe, e demais pormenores pertinentes ao assunto foco da pesquisa.
- Etapa 2: Observação sistemática não participante. Como dito anteriormente, foi realizado pelo pesquisador essa observação com o intuito de obter contato com o grupo, com as áreas e com o contexto pesquisado dentro da empresa Vale Fertilizantes, porém sem integrar-se, ou seja, realizar a observação sistemática permanecendo de fora, presenciando o fato, evitando participar do mesmo e sem se envolver pelas situações e interferir nas respostas dos questionários atribuídas aos

respondentes somente, permanecendo o pesquisador como apenas um espectador.

- Etapa 3: Após a análise documental e juntamente com a observação não participante, seguiu-se o trabalho com a aplicação de um questionário estruturado para os membros da equipe de melhoria e os empregados da empresa contidos nas áreas de abrangência pesquisada. O questionário pode ser consultado no Apêndice A. Para a aplicação dos questionários, procurou-se sempre transmitir aos respondentes que se tratava de um estudo meramente acadêmico e que o estudo garantia a confidencialidade das respostas, evitando assim influências e interferências externas nas respostas. O objetivo principal foi o de pesquisar e verificar a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade inseridas na rotina de operação e processo de uma Usina de beneficiamento de minérios, através da equipe de melhoria citada e dos empregados da empresa, observando, sob a ótica dos envolvidos, as principais influências.

O trabalho realizou a principal coleta de dados por meio de questionários estruturados, a fim de facilitar o alcance de maior parcela de empregados respondentes.

O questionário é a forma mais usada para coletar dados, pois possibilita medir com exatidão o que se deseja. Pode ser enviado pelo correio, entregue ao respondente ou aplicado por elementos preparados e selecionados. Todo questionário deve ter natureza impessoal, assegurando assim a uniformidade na avaliação de uma situação para outra. É necessário estabelecer, com critério, as questões mais importantes a serem propostas e que interessam ser conhecidas, de acordo com os objetivos da pesquisa. Devem ser propostas perguntas que conduzam facilmente às respostas de forma a não insinuarem outras colocações ou gerar confusões (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007).

Todo questionário deve passar por uma etapa de pré-teste, num universo reduzido, para que se possam corrigir eventuais erros de formulação. Ao questionário deve preceder a carta de explicação ou de autorização da pesquisa, onde se faz referência ao seu conteúdo, as instruções para efetivação da investigação através do mesmo, o pedido de autorização e o agradecimento pela atenção, disponibilidade

e veracidade das informações prestadas (KAUARK, MANHÃES e MEDEIROS, 2010).

Na presente pesquisa o pré-teste foi realizado com aplicação do questionário para cerca de 10 (dez) empregados nos dias 27 e 28 de maio de 2015.

Conforme afirmam Lakatos e Marconi (2010), como toda técnica de coleta de dados, o questionário apresenta uma série de vantagens e desvantagens, como:

Vantagens:

- Economiza tempo e obtém maior número de dados;
- Atinge maior número de pessoas simultaneamente;
- Abrange uma área geográfica mais ampla;
- Economiza pessoal, em adestramento e trabalho de campo;
- Obtém respostas mais rápidas e precisas;
- Há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato;
- Há mais segurança, com respostas não identificadas;
- Há menos tipo de distorção, pela não influência do pesquisador;
- Há mais tempo para responder e em hora mais favorável;
- Há mais uniformidade na avaliação, devido a natureza impessoal do instrumento;
- Obtém respostas que materialmente seriam inacessíveis (LAKATOS e MARCONI, 2010, p. 184-185).

Desvantagens:

- Percentagem pequena dos questionários que voltam;
- Grande número de perguntas sem respostas;
- Não pode ser aplicado a pessoas analfabetas;
- Impossibilidade de ajudar o respondente em questões mal compreendidas;
- A dificuldade de compreensão, por parte dos informantes, leva a uma uniformidade aparente;
- Na leitura de todas as perguntas, antes de responder, pode uma questão influenciar a outra;
- A devolução tardia prejudica o calendário ou sua utilização;
- O desconhecimento das circunstâncias em que foram preenchidos torna difícil o controle e a verificação;
- Nem sempre é o escolhido quem responde ao questionário, invalidando, portanto, as questões;
- Exige um universo mais homogêneo (LAKATOS e MARCONI, 2010, p. 185).

Como o trabalho diz respeito à gestão da qualidade e aplicação de ferramentas em uma Usina de beneficiamento de minérios, a abrangência do estudo englobou tanto os trabalhadores da Usina de beneficiamento, quanto o pessoal diretamente envolvido nos serviços de manutenção desta usina, da geotecnia e das áreas de meio ambiente e de qualidade da empresa. Tendo como base o levantamento realizado, essa abrangência envolve cerca de 300 (trezentos) trabalhadores. Assim, determinou-se a aplicação do questionário estruturado para cerca de 55% a 60%

desse contingente, ou seja, de 165 a 180 respondentes desses determinados setores de trabalho na empresa.

Conforme APÊNDICE A, apresentado no final deste trabalho, o questionário utilizado para a pesquisa de campo com o público de abrangência é dividido em quatro partes:

- Parte 1: Introdução e Informações Gerais;
- Parte 2: Gestão da Qualidade;
- Parte 3: Equipe de Melhoria;
- Parte 4: Equipe de Melhoria CALHA que atua na redução da vazão da calha de dejetos da Usina destinados para a Barragem de Dejetos BD-2.

O questionário foi desenvolvido para ser respondido de acordo com a tradicional escala de Likert, com as respostas podendo variar, no questionário utilizado para essa pesquisa em questão, entre:

- (1) Discordo Totalmente – Não concorda com o fundamento em absoluto.
- (2) Discordo Parcialmente – Não concorda com o fundamento em sua maioria.
- (3) Nem concordo e nem discordo – Existem dúvidas sobre concordar com o fundamento.
- (4) Concordo Parcialmente – Concorda com o fundamento em sua maioria.
- (5) Concordo Totalmente – Concorda com o fundamento na sua totalidade.

Escala de Likert trata-se do modelo mais utilizado e debatido entre os pesquisadores, desenvolvido por Rensis Likert (1932) para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais. A escala de verificação de Likert consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância. Nesta escala os respondentes se posicionam de acordo com uma medida de concordância atribuída ao item e, de acordo com esta afirmação, infere-se a medida do construto (COSTA e SILVA JÚNIOR, 2014).

A grande vantagem da escala de Likert é sua facilidade de manuseio, pois é fácil a um pesquisado emitir um grau de concordância sobre uma afirmação qualquer. Adicionalmente, a confirmação de consistência psicométrica nas métricas que utilizaram esta escala contribuiu positivamente para sua aplicação nas mais diversas pesquisas. No entanto, mesmo diante de pontos positivos, a escala de Likert possui dificuldades significativas como por exemplo quando o modelo Likert solicita do respondente pelo

menos duas dimensões a serem analisados: conteúdo e intensidade. O indivíduo precisa verificar o conteúdo da proposição do item e, em seguida, opinar discordando ou concordando com a afirmação, considerando ainda a intensidade desta concordância. Embora não pareça ser um problema para efeito de uso, os críticos afirmam que esta característica aumenta o nível de complexidade cognitiva da escala, principalmente quando a escala possui muitos pontos (COSTA e SILVA JÚNIOR, 2014).

### **3.4 Estratégia de análise e tratamento dos dados**

Este trabalho tem como objetivo geral pesquisar e investigar as influências da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade na Usina de beneficiamento de minérios da Vale Fertilizantes do município de Tapira-MG, sob a ótica dos empregados. Investigar, por meio de pesquisa documental, os resultados anteriores aferidos pela empresa sobre a utilização das ferramentas da qualidade para fins de se traçar comparativos com os resultados obtidos nesta pesquisa e a partir da aplicação e planilhamento de questionário, observar, quais os principais pontos comuns e pontos divergentes do trabalho desenvolvido na empresa com a utilização das ferramentas da qualidade.

Após a coleta dos dados, através da aplicação dos questionários, esses foram selecionados para averiguação de eventuais erros de preenchimentos ou falhas existentes. E depois, foram tabulados, por meio da técnica de disposição de dados em tabelas, possibilitando maior facilidade na verificação das inter-relações entre eles. Ou seja, trata-se de uma parte do processo técnico de análise estatística que permite sintetizar os dados de observação conseguidos pelas diferentes categorias e representá-los graficamente. Assim, garante-se que esses dados sejam melhor compreendidos e mais rapidamente interpretados (LAKATOS e MARCONI, 2007).

Então a tabulação dos dados foi realizada através de planilhamento do que foi observado nas respostas dos questionários. Todos os questionários e respostas foram planilhados, com o auxílio do *Microsoft Excel*, para reunir os dados em tabelas que objetivam uma melhor visualização para análise e interpretação dos resultados obtidos com a pesquisa.

Para facilitar o planilhamento dos dados e já indicar possíveis tendências e resultados das respostas obtidas com cada questionamento, os respondentes foram divididos de acordo com o setor de trabalho na empresa, sendo a divisão considerada para a

pesquisa em três setores: Operação e Beneficiamento, Manutenção e Outros, que abrange as áreas de qualidade, meio ambiente, geotecnia e hidrogeologia.

O público pesquisado também foi dividido de acordo com a função estratégica de trabalho, sendo dividido em três grupos: Liderança - que compreende a gerência, engenheiros e supervisores; Técnico - trabalhadores com cargo de nível técnico; e Operação, manutenção e apoio - demais participantes da pesquisa.

Análise de resultados pode ser compreendida como a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores. Na análise, o pesquisador entra em mais detalhes sobre os dados decorrentes do trabalho estatístico para conseguir respostas às suas indagações, procurando estabelecer relações entre os dados obtidos e as hipóteses formuladas. Estas são comprovadas ou não através da análise. E interpretação de resultados é a atividade intelectual que procura dar um significado mais amplo às respostas. Trata-se da exposição do verdadeiro significado do material apresentado, em relação aos objetivos propostos e ao tema, para esclarecer não só o significado do material, mas também elucidar mais claramente os dados discutidos (LAKATOS e MARCONI, 2007).

Ao final da transcrição, confecção das tabelas e apresentação dessas com as informações estatísticas compiladas, separadas inclusive por questões realizadas, já destacando nas tabelas pontos de atenção que deverão ser analisados, interpretados e discutidos, em seguida, foram realizadas comparações do que foi observado, inclusive com a utilização de representações gráficas, em busca de pontos em comum ou que apresentassem algum tipo de importância maior para o estudo, buscando também visualizar possíveis tendências ou resultados nas respostas, influências ou erros na interpretação das questões por parte dos respondentes, dentre outras interpretações que poderão ser visualizadas com as respostas dos questionários.

Logo após a finalização da etapa de comparação dos resultados, será realizada análise de todos os dados e informações obtidas, mantendo os elementos estatísticos como referência para o bom fechamento, bem como uma síntese de toda a pesquisa.

## **4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 Apresentação dos resultados**

De acordo com as respostas obtidas e, baseado na primeira parte (Parte 1) do questionário que envolve a introdução e as informações gerais dos respondentes, foi realizada uma divisão de acordo com o setor de trabalho do empregado na empresa, sendo a divisão considerada para a pesquisa em três setores: Operação e Beneficiamento, que compreende desde a gerência até a operação da área de beneficiamento da empresa; Manutenção, que compreende toda a área de manutenção mecânica, elétrica, instrumentação e programação; Outros, que compreende pessoas que responderam ao questionário das áreas de qualidade, meio ambiente, geotecnia e hidrogeologia.

O gráfico 1, a seguir, detalha como ficou essa divisão em número de respondentes por setor. De um total de 170 (cento e setenta) respondentes, 110 (cento e dez) são do setor de Operação e Beneficiamento, 49 (quarenta e nove) do setor de Manutenção e 11 (onze) de outros setores, como geotecnia, meio ambiente e qualidade.

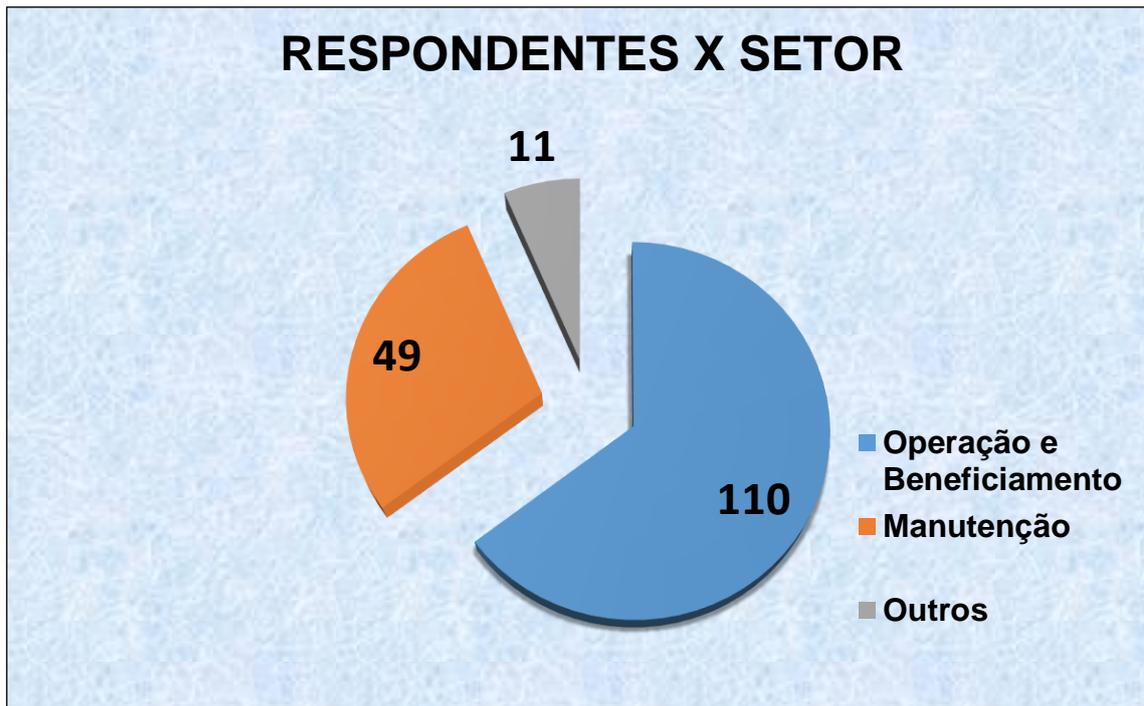


Gráfico 1 – Respondentes por setor de trabalho.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para análise da pesquisa realizada, o público pesquisado também foi dividido de acordo com a função estratégica de trabalho, sendo dividido em três grupos: Liderança, que compreende a gerência, engenheiros e supervisores; Técnico, trabalhadores com cargo de nível técnico na empresa; e Operação, manutenção e apoio, que compreende os demais, desde operadores, mecânicos, soldadores, eletricitistas, instrumentistas, auxiliares.

O gráfico 2, a seguir, detalha essa divisão estabelecida em número de respondentes por cargo. De um total de 170 (cento e setenta) respondentes, 133 (cento e trinta e três) são de Operação, manutenção e apoio, 24 (vinte e quatro) de nível técnico e 13 (treze) de cargos de liderança.

A pesquisa ocorreu na empresa em uma área de abrangência que trabalham cerca de 300 (trezentos) empregados, sendo 28 (vinte e oito) considerados como líderes, 35 (trinta e cinco) técnicos e 237 (duzentos e trinta e sete) considerados como de operação, manutenção ou apoio.

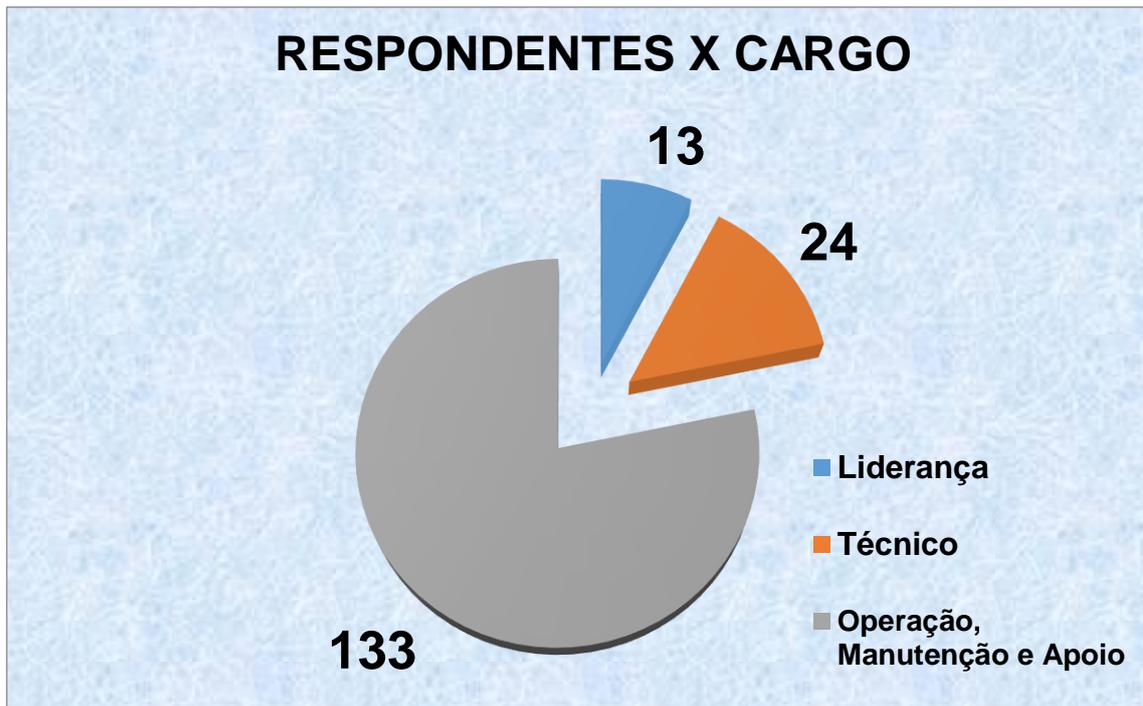


Gráfico 2 – Respondentes por cargo de trabalho.

Fonte: Dados da pesquisa.

## 4.2 Análise, interpretação e discussão dos resultados

Esse subcapítulo apresenta as análises, interpretações e discussões realizadas com os resultados apresentados da pesquisa. Houve uma divisão em partes: resultado específico da parte 2 do questionário sobre gestão da qualidade; resultado específico da parte 3 do questionário sobre equipes de melhoria contínua; resultado específico da parte 4 do questionário sobre a equipe de melhoria CALHA que atua na Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira-MG; uma análise e interpretação da parte do questionário sobre a equipe CALHA no setor de Operação e beneficiamento, setor este onde esta equipe desenvolve suas ações de melhoria resultado geral obtido com a aplicação do questionário estruturado; resultado obtido com as respostas junto aos membros componentes da equipe de melhoria CALHA respondendo ao questionário proposto; e, por fim, resultados obtidos da equipe CALHA através da aplicação da ferramenta de qualidade PDCA que foi coletado via pesquisa documental.

#### 4.2.1 Análise e Interpretação do resultado da Parte 2: Gestão da Qualidade

Essa parte da pesquisa, composta de oito questões, trata-se do conhecimento dos respondentes a respeito da qualidade, de suas ferramentas e de termos modernos aplicados na gestão da qualidade no dia a dia das atividades de operação, processo, manutenção ou gestão de cada um dos respondentes.

Nesse subcapítulo estarão dispostas as tabelas, contendo as respostas obtidas de todos os questionários analisados e planilhados, já com a divisão das respostas por setor de trabalho e cargo ocupado do respondente e valor total obtido, além de gráficos gerados para melhor interpretação dos dados obtidos com essas respostas.

**Questão 01** – Conhece e entende o que significa o termo Qualidade.

*Tabela 6 – Parte 2: Questão 01*

PARTE 2 - QUESTÃO 01 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	2	1,8%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	1,5%	2	1,2%
3- Nem discordo nem concordo	2	1,8%	3	6,1%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	5	3,8%	6	3,5%
4- Concordo Parcialmente	30	27,3%	19	38,8%	1	9,1%	3	23,1%	5	20,8%	42	31,6%	50	29,4%
5- Concordo Totalmente	76	69,1%	27	55,1%	9	81,8%	10	76,9%	18	75,0%	84	63,2%	112	65,9%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 01 da pesquisa o que vale destacar é que a grande maioria, 65,9%, afirmam concordar totalmente em conhecer e entender o que significa o termo Qualidade conforme destacado na tabela 6, e nenhum respondente dentre os 170 afirma discordar totalmente dessa afirmação. Ressalta-se também o alto índice de mais de 75% entre os líderes e técnicos respondentes da pesquisa que afirmam concordar totalmente com a afirmação, valor que cai para 63,2% entre os respondentes classificados como da operação, manutenção e apoio.

**Questão 02** – Conhece e/ou aplica ferramentas de gestão da qualidade no dia a dia de suas atividades, na operação, processo, manutenção ou gestão.

*Tabela 7 – Parte 2: Questão 02*

PARTE 2 - QUESTÃO 02	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	1	0,9%	0	0,0%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	1	0,8%	2	1,2%
3- Nem discordo nem concordo	3	2,7%	10	20,4%	1	9,1%	0	0,0%	2	8,3%	12	9,0%	14	8,2%
4- Concordo Parcialmente	52	47,3%	24	49,0%	2	18,2%	7	53,8%	6	25,0%	65	48,9%	78	45,9%
5- Concordo Totalmente	54	49,1%	15	30,6%	7	63,6%	6	46,2%	15	62,5%	55	41,4%	76	44,7%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas da questão 02, sobre a aplicação das ferramentas da qualidade no dia a dia, já demonstram uma certa divisão entre os respondentes. Apesar de mais de 90% dos respondentes concordarem com a afirmação, essa resposta é claramente dividida entre concordar totalmente e parcialmente, conforme destacado na tabela 7, tanto quanto se analisa através da divisão por setor de trabalho quanto por cargo estratégico ocupado pelo respondente na empresa.

**Questão 03** – Entende a importância da qualidade para a empresa no contexto de mercado.

*Tabela 8 – Parte 2: Questão 03*

PARTE 2 - QUESTÃO 03	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	0	0,0%	0	0,0%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	0	0,0%	1	0,6%
3- Nem discordo nem concordo	3	2,7%	4	8,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	7	5,3%	7	4,1%
4- Concordo Parcialmente	23	20,9%	19	38,8%	2	18,2%	3	23,1%	6	25,0%	35	26,3%	44	25,9%
5- Concordo Totalmente	84	76,4%	26	53,1%	8	72,7%	10	76,9%	17	70,8%	91	68,4%	118	69,4%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 03 da pesquisa, a grande maioria das respostas, 69,4% conforme tabela 8, demonstra que os respondentes entendem a importância da qualidade para a empresa no contexto de mercado. O índice é ainda maior entre os líderes respondentes da pesquisa, 76,9%, mas também notado valor alto entre os técnicos, 70,8% e os operadores e mantenedores, 68,4% conforme destacado na tabela, acompanhando a média geral.

Assim como na questão 01, nota-se aqui uma redução do percentual de respostas concordando totalmente com a afirmação entre os respondentes da área de manutenção, valor abaixo dos pesquisados da área de operação e beneficiamento e das outras áreas pesquisadas.

**Questão 04** – Conhece os objetivos, metas e resultados esperados pela empresa.

*Tabela 9 – Parte 2: Questão 04*

PARTE 2 - QUESTÃO 04 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	2	1,8%	1	2,0%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	3	2,3%	4	2,4%
3- Nem discordo nem concordo	7	6,4%	4	8,2%	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%	10	7,5%	11	6,5%
4- Concordo Parcialmente	34	30,9%	20	40,8%	4	36,4%	2	15,4%	6	25,0%	50	37,6%	58	34,1%
5- Concordo Totalmente	67	60,9%	24	49,0%	6	54,5%	11	84,6%	16	66,7%	70	52,6%	97	57,1%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na questão 04, sobre conhecer os objetivos, metas e resultados esperados da empresa, 57,1% dos respondentes afirmam concordar totalmente com essa afirmação, conforme a tabela 9. Destaca-se que entre os líderes respondentes, 84,6% afirmam concordar totalmente, mas já entre os classificados como operação, manutenção e apoio, o valor já cai para 52,6%.

**Questão 05** – Conhece os resultados provenientes de qualidade esperados em suas atividades de operação, processo, manutenção ou gestão dentro da organização.

*Tabela 10 – Parte 2: Questão 05*

PARTE 2 - QUESTÃO 05	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	3	2,7%	2	4,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	3,8%	5	2,9%
3- Nem discordo nem concordo	14	12,7%	5	10,2%	2	18,2%	0	0,0%	2	8,3%	19	14,3%	21	12,4%
4- Concordo Parcialmente	40	36,4%	24	49,0%	2	18,2%	4	30,8%	10	41,7%	52	39,1%	66	38,8%
5- Concordo Totalmente	53	48,2%	18	36,7%	7	63,6%	9	69,2%	12	50,0%	57	42,9%	78	45,9%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 05 da pesquisa, sobre conhecer os resultados provenientes de qualidade esperados com suas atividades, mais de 80% dos respondentes afirmam concordar com a afirmação, conforme a tabela 10, mas ocorre aqui também uma clara divisão em concordar totalmente e parcialmente com a afirmação. Essa divisão fica evidenciada tanto na divisão entre os setores de trabalho, quanto na divisão por cargo, entre os líderes, técnicos e operação, manutenção e apoio.

**Questão 06** – Entende o que é ou já ouviu falar os termos: Gestão da Qualidade Total, Manutenção Produtiva e Manutenção Centrada na Confiabilidade.

*Tabela 11 – Parte 2: Questão 06*

PARTE 2 - QUESTÃO 06	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	1	0,9%	3	6,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4	3,0%	4	2,4%
2- Discordo Parcialmente	5	4,5%	3	6,1%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	8	6,0%	9	5,3%
3- Nem discordo nem concordo	26	23,6%	8	16,3%	3	27,3%	1	7,7%	2	8,3%	34	25,6%	37	21,8%
4- Concordo Parcialmente	45	40,9%	23	46,9%	4	36,4%	2	15,4%	13	54,2%	57	42,9%	72	42,4%
5- Concordo Totalmente	33	30,0%	12	24,5%	3	27,3%	10	76,9%	8	33,3%	30	22,6%	48	28,2%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 07 sobre o conhecimento de tais termos pesquisados, ocorre uma notável divisão nas respostas em todos os âmbitos pesquisados. No geral, apenas 28,2% concordam totalmente com a afirmação, enquanto que 42,4% concordam parcialmente e 21,8% não souberam opinar a respeito conforme destacado na tabela 11.

Tanto no setor de operação e beneficiamento, quanto nos setores de manutenção e demais áreas pesquisadas, ocorre que a maioria dos respondentes concordam apenas parcialmente com a afirmação, destacando-se também importante índice de respondentes que não souberam opinar a respeito. Já entre os líderes ocorre um elevado índice, de 76,9%, que afirmam concordar totalmente, mas entre os técnicos e operadores e mantenedores pesquisados, o resultado da maioria segue a média geral das respostas, conformes destaques na tabela 11.

**Questão 07** – Visualiza os impactos e a importância da gestão da qualidade no desenvolvimento de suas atividades dentro da organização.

*Tabela 12 – Parte 2: Questão 07*

PARTE 2 - QUESTÃO 07	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	1	2,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,8%	1	0,6%
2- Discordo Parcialmente	4	3,6%	1	2,0%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	5	3,8%	6	3,5%
3- Nem discordo nem concordo	9	8,2%	1	2,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%	9	6,8%	10	5,9%
4- Concordo Parcialmente	39	35,5%	29	59,2%	1	9,1%	5	38,5%	7	29,2%	57	42,9%	69	40,6%
5- Concordo Totalmente	58	52,7%	17	34,7%	9	81,8%	8	61,5%	15	62,5%	61	45,9%	84	49,4%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 07 dessa parte da pesquisa, sobre visualizar os impactos e a importância da gestão da qualidade, demonstra um resultado no geral de mais de 90% das respostas concordando com a afirmação conforme destacado na tabela 12, mas também com uma clara divisão entre concordar totalmente e parcialmente com a afirmação. Entre os líderes e técnicos pesquisados a média das respostas eleva-se para mais de 60%, já entre os pesquisados de operação, manutenção e apoio, o

resultado acompanha a média geral das respostas, de acordo com destaque na tabela.

**Questão 08** – Reconhece a importância da manutenção industrial para obtenção de qualidade em uma usina de beneficiamento de minérios.

*Tabela 13 – Parte 2: Questão 08*

PARTE 2 - QUESTÃO 08 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	1	0,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,8%	1	0,6%
3- Nem discordo nem concordo	2	1,8%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%	1	0,8%	2	1,2%
4- Concordo Parcialmente	22	20,0%	9	18,4%	1	9,1%	2	15,4%	2	8,3%	28	21,1%	32	18,8%
5- Concordo Totalmente	85	77,3%	40	81,6%	10	90,9%	11	84,6%	21	87,5%	103	77,4%	135	79,4%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 08, última dessa parte da pesquisa e com a afirmação sobre o reconhecimento da importância da manutenção para a qualidade em uma usina de beneficiamento, revela um resultado onde mais de 98% dos respondentes concordam com a afirmação, sendo 79,4% concordando totalmente. Esse alto índice é notório em todos os setores pesquisados, como o de manutenção conforme destaque na tabela 13, e também na divisão por cargos de trabalho, acompanhando todos a tendência geral das respostas para essa questão.

A seguir, nos gráficos 3, 4 e 5, são apresentados uma série de gráficos referentes às respostas obtidas nessa parte da pesquisa, sobre a gestão da qualidade, baseando-se na divisão proposta e citada anteriormente, onde o público pesquisado foi dividido de acordo com a função estratégica de trabalho, sendo essa divisão em três grupos: Liderança, que compreende a gerência, engenheiros e supervisores; Técnico, trabalhadores com cargo de nível técnico; e Operação, manutenção e apoio, que compreende os demais participantes da pesquisa, de nível operacional ou mantenedores.

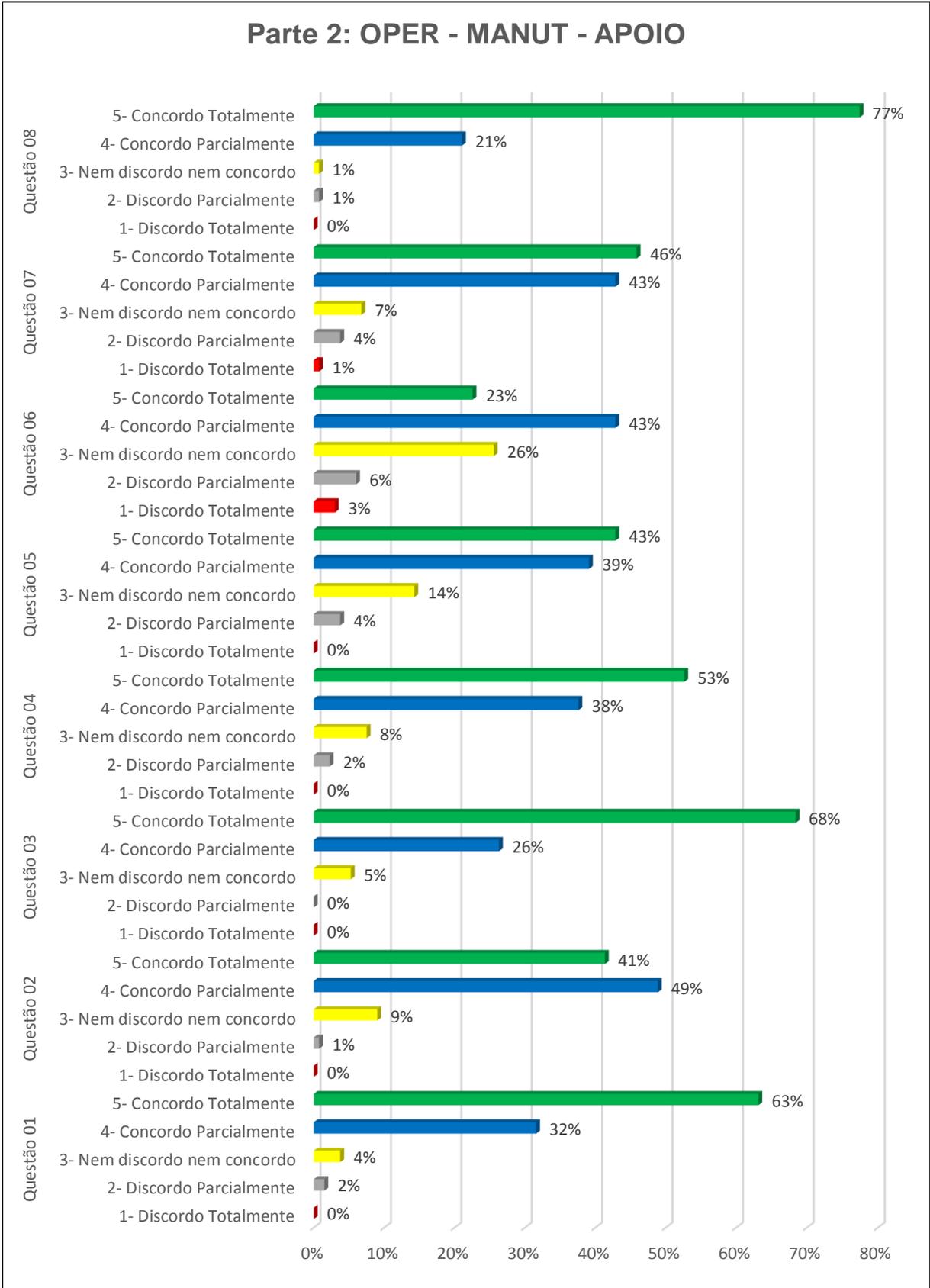


Gráfico 3 – Parte 2: Operação, manutenção e apoio.

Fonte: Dados da pesquisa.

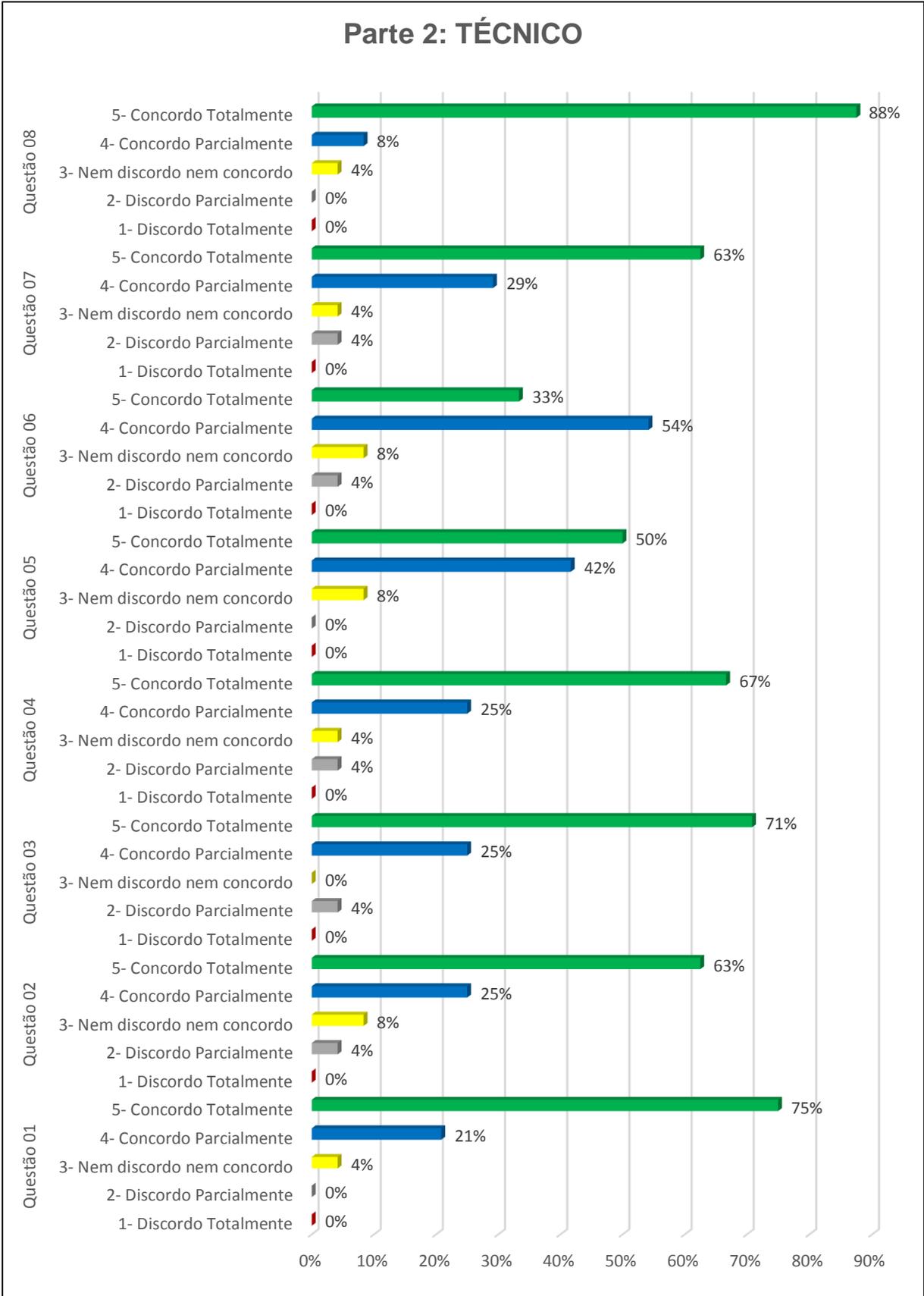


Gráfico 4 – Parte 2: Técnico.

Fonte: Dados da pesquisa.

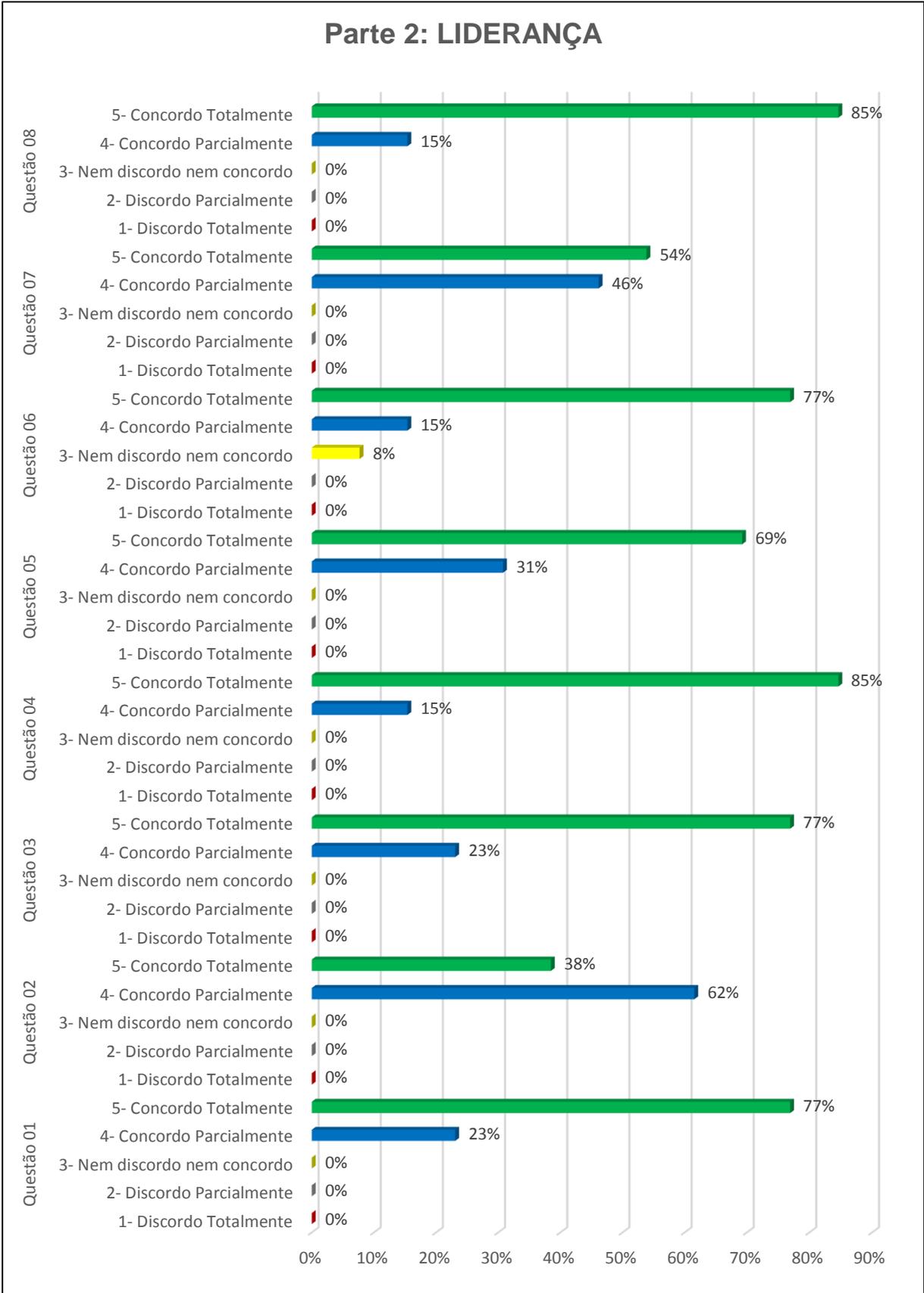


Gráfico 5 – Parte 2: Liderança.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nos gráficos 3, 4 e 5 apresentados e sob análise dos resultados já divulgados da pesquisa, nota-se claramente que entre os líderes pesquisados ocorre concordância com as afirmações propostas nas respostas obtidas, sendo que na maioria das questões ocorre a concordância total com as afirmações.

Já entre os técnicos pesquisados, apesar da maioria em quase todas as questões concordar totalmente com a afirmação, já aparecem respostas discordantes e de respondentes que não souberam opinar a respeito de tais afirmações propostas.

Entre os classificados de operação, manutenção e apoio ainda ocorre uma maioria de respostas concordantes com as afirmações, mas com índices mais baixos e maior divisão entre concordar totalmente e parcialmente. Nota-se também um aumento em todas as questões do número de respondentes que não souberam opinar a respeito, maior do que entre os líderes e técnicos pesquisados, além de mais respostas discordantes das afirmações da pesquisa.

#### 4.2.2 Discussão do resultado da Parte 2: Gestão da Qualidade

Entre os setores pesquisados percebe-se em todas as questões que os índices de concordância com as afirmações dos pesquisados do setor de Operação e Beneficiamento e das outras áreas, de qualidade, meio ambiente, geotecnia e processo são sempre maiores que os índices do setor de Manutenção, ficando este muitas das vezes em um maior percentual de concordância apenas parcial com as afirmações propostas na pesquisa.

Interessante dado relevado pelo trabalho que alerta a necessidade de se difundir melhor a qualidade, por parte da empresa, no setor e com as pessoas da manutenção. Isso visto a importância crucial desse setor para o desenvolvimento e crescimento da organização e importância essencial para a operação de uma Usina de beneficiamento de minérios, com continuidade operacional e para cumprimento de metas e objetivos estabelecidos.

Desse levantamento percebe-se que, à medida que se desce o nível hierárquico na organização, dos líderes até os operadores e mantenedores, é verificada a diminuição considerável nos índices de concordância com as afirmações e o

surgimento de discordâncias e de respondentes que não souberam opinar a respeito. É normal que isso aconteça, mas deve-se atentar para o fato de que, quando uma empresa busca sucesso com a qualidade total de seu negócio, é preciso investir para que todos da organização, sem exceções e independente no nível hierárquico e função estratégica, estejam devidamente engajados e comprometidos com a causa da qualidade e participando do processo de obtenção e manutenção dessa almejada qualidade.

#### 4.2.3 Análise e Interpretação do resultado da Parte 3: Equipe de Melhoria

Essa terceira parte da pesquisa, composta de nove questões, trata-se do conhecimento dos respondentes a respeito de equipes de melhoria da qualidade, se concordariam ou não em participar de uma equipe, e se já participaram, como analisam os resultados obtidos, além de receber informações de equipes implantadas dentro da empresa e se conseguem avaliar os resultados alcançados por estas.

Nesse subcapítulo também estarão dispostas as tabelas, contendo as respostas obtidas de todos os questionários analisados e planilhados, já com a divisão das respostas por setor de trabalho e cargo ocupado do respondente e valor total obtido, da mesma forma que a análise da segunda parte da pesquisa, além também de gráficos gerados para melhor interpretação dos dados obtidos com essas respostas.

**Questão 01** – Conhece os fundamentos e princípios de uma equipe de melhoria.

*Tabela 14 – Parte 3: Questão 01*

PARTE 3 - QUESTÃO 01 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2- Discordo Parcialmente	5	4,5%	1	2,0%	1	9,1%	0	0,0%	2	8,3%	5	3,8%	7	4,1%
3- Nem discordo nem concordo	14	12,7%	8	16,3%	1	9,1%	1	7,7%	3	12,5%	19	14,3%	23	13,5%
4- Concordo Parcialmente	56	50,9%	29	59,2%	4	36,4%	4	30,8%	9	37,5%	<b>76</b>	<b>57,1%</b>	<b>89</b>	<b>52,4%</b>
5- Concordo Totalmente	35	31,8%	11	22,4%	5	45,5%	8	61,5%	10	41,7%	33	24,8%	51	30,0%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 01 dessa parte da pesquisa, sobre conhecer os fundamentos de uma equipe de melhoria, obtêm-se uma maioria de mais de 82% concordando com a afirmação, mas 52,4% destes concordando apenas parcialmente conforme destaque na tabela 14. Esse valor fica evidente entre os pesquisados de operação e manutenção, diferindo dos líderes onde a maioria de 61,5% concorda totalmente com a afirmação.

**Questão 02** – Já obteve treinamento específico sobre ferramentas de gestão da qualidade e/ou formação de equipes de melhoria.

*Tabela 15 – Parte 3: Questão 02*

PARTE 3 - QUESTÃO 02	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	4	3,6%	1	2,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	3,8%	5	2,9%
2- Discordo Parcialmente	5	4,5%	5	10,2%	2	18,2%	0	0,0%	2	8,3%	10	7,5%	12	7,1%
3- Nem discordo nem concordo	22	20,0%	11	22,4%	2	18,2%	2	15,4%	1	4,2%	32	24,1%	35	20,6%
4- Concordo Parcialmente	37	33,6%	20	40,8%	3	27,3%	3	23,1%	10	41,7%	47	35,3%	60	35,3%
5- Concordo Totalmente	42	38,2%	12	24,5%	4	36,4%	8	61,5%	11	45,8%	39	29,3%	58	34,1%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 02 onde afirma-se sobre o treinamento obtido a respeito de equipes de melhoria e ferramentas de qualidade, obtêm-se uma clara divisão das respostas, onde no geral, cerca de 35% concordam parcialmente, outros 35% totalmente, mas 20,6% não souberam opinar a respeito e 10% discordam, conforme evidências destacadas na tabela 15. Essa divisão nas respostas ocorre em todos os setores pesquisados e entre os técnicos, operadores e mantenedores, porém entre os líderes observa-se uma maioria absoluta das respostas concordando com a afirmação, onde 61,5% concordam totalmente e 23,1% parcialmente com a afirmação proposta, diferindo da maioria destacada na tabela de operadores e mantenedores que concordam apenas parcialmente com a afirmação.

**Questão 03** – Concordaria ou teria interesse em participar de uma equipe de melhoria, com ideias para a formação de uma equipe nas áreas de operação, processo, manutenção ou gestão dentro da organização.

*Tabela 16 – Parte 3: Questão 03*

PARTE 3 - QUESTÃO 03 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	4	3,6%	1	2,0%	1	9,1%	0	0,0%	2	8,3%	4	3,0%	6	3,5%
2- Discordo Parcialmente	6	5,5%	2	4,1%	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%	7	5,3%	8	4,7%
3- Nem discordo nem concordo	12	10,9%	9	18,4%	1	9,1%	1	7,7%	4	16,7%	17	12,8%	22	12,9%
4- Concordo Parcialmente	33	30,0%	14	28,6%	3	27,3%	1	7,7%	5	20,8%	44	33,1%	50	29,4%
5- Concordo Totalmente	55	50,0%	23	46,9%	6	54,5%	11	84,6%	12	50,0%	61	45,9%	84	49,4%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 03 da pesquisa teve a intenção de saber se os respondentes teriam interesse ou concordariam em participar de uma equipe de melhoria dentro da empresa. Quase 80% afirmam concordar com isso, sendo cerca de 50% concordam totalmente, conforme destaque na tabela 16. Mas 12,9% não souberam opinar a respeito e 8,2% discordam da ideia. Essa tendência geral nas respostas acompanha todos os setores e cargos pesquisados, exceto os líderes, onde 84,6% afirmam concordar totalmente com a afirmação, destoando um pouco das respostas obtidas no âmbito geral.

**Questão 04** – Já participou e/ou participa de alguma equipe de melhoria.

Tabela 17 – Parte 3: Questão 04

PARTE 3 - QUESTÃO 04	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	38	34,5%	12	24,5%	3	27,3%	0	0,0%	3	12,5%	50	37,6%	53	31,2%
2- Discordo Parcialmente	3	2,7%	2	4,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	3,8%	5	2,9%
3- Nem discordo nem concordo	12	10,9%	4	8,2%	1	9,1%	2	15,4%	1	4,2%	14	10,5%	17	10,0%
4- Concordo Parcialmente	25	22,7%	11	22,4%	3	27,3%	3	23,1%	7	29,2%	29	21,8%	39	22,9%
5- Concordo Totalmente	32	29,1%	20	40,8%	4	36,4%	8	61,5%	13	54,2%	35	26,3%	56	32,9%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 04, sobre a participação ou não em equipes de melhoria dentro da empresa, 31,2% afirmaram discordar totalmente da afirmação e apenas 32,9% concordaram totalmente, conforme destaques na tabela 17, demonstrando uma divisão nas respostas. Entre os setores pesquisados ocorre essa mesma divisão nas respostas, observada também entre os operadores e mantenedores. Já entre os técnicos e líderes pesquisados a maioria afirma concordar totalmente ou parcialmente, diferindo dos demais pesquisados.

**Questão 05** – Concorda que sua equipe conseguiu ou tem conseguido atingir as metas estabelecidas.

Tabela 18 – Parte 3: Questão 05

PARTE 3 - QUESTÃO 05	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	10	9,1%	7	14,3%	2	18,2%	0	0,0%	1	4,2%	18	13,5%	19	11,2%
2- Discordo Parcialmente	7	6,4%	6	12,2%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	13	9,8%	14	8,2%
3- Nem discordo nem concordo	20	18,2%	3	6,1%	2	18,2%	0	0,0%	4	16,7%	21	15,8%	25	14,7%
4- Concordo Parcialmente	46	41,8%	19	38,8%	1	9,1%	4	30,8%	8	33,3%	54	40,6%	66	38,8%
5- Concordo Totalmente	27	24,5%	14	28,6%	5	45,5%	9	69,2%	10	41,7%	27	20,3%	46	27,1%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 05, afirmando sobre a equipe de melhoria ter conseguido atingir as metas propostas, também demonstra no âmbito geral uma divisão nas respostas, mas com a maioria concordando com a afirmação, conforme a tabela 18. O índice de concordância total e parcial aqui também é maior entre os líderes e técnicos, diferindo dos de nível operacional, manutenção e apoio.

**Questão 06** – Concorda que sua equipe recebeu ou tem recebido suporte por parte da empresa para a realização e cumprimento das ações.

*Tabela 19 – Parte 3: Questão 06*

PARTE 3 - QUESTÃO 06	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	11	10,0%	5	10,2%	4	36,4%	0	0,0%	2	8,3%	18	13,5%	20	11,8%
2- Discordo Parcialmente	9	8,2%	5	10,2%	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%	13	9,8%	14	8,2%
3- Nem discordo nem concordo	22	20,0%	7	14,3%	2	18,2%	0	0,0%	7	29,2%	24	18,0%	31	18,2%
4- Concordo Parcialmente	45	40,9%	26	53,1%	3	27,3%	8	61,5%	9	37,5%	57	42,9%	74	43,5%
5- Concordo Totalmente	23	20,9%	6	12,2%	2	18,2%	5	38,5%	5	20,8%	21	15,8%	31	18,2%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na questão 06, sobre o suporte dado pela empresa para as equipes de melhoria, no geral apenas 18,2% concordam totalmente com a afirmação, sendo que a maioria de 43,5% concorda parcialmente, 18,2% não souberam opinar e 20% discordam de tal afirmação, conforme destaques apresentados na tabela 19. Essa divisão de respostas fica evidente entre todos os níveis pesquisados, exceto entre os líderes, onde todos concordaram com a afirmação, porém com a maioria de 61,5% concordando apenas parcialmente.

**Questão 07** – Consegue visualizar os benefícios e ganhos do trabalho realizado pela equipe para a empresa e para si próprio.

*Tabela 20 – Parte 3: Questão 07*

PARTE 3 - QUESTÃO 07	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	6	5,5%	3	6,1%	2	18,2%	0	0,0%	0	0,0%	11	8,3%	11	6,5%
2- Discordo Parcialmente	5	4,5%	5	10,2%	2	18,2%	0	0,0%	1	4,2%	11	8,3%	12	7,1%
3- Nem discordo nem concordo	15	13,6%	5	10,2%	2	18,2%	0	0,0%	4	16,7%	18	13,5%	22	12,9%
4- Concordo Parcialmente	45	40,9%	22	44,9%	2	18,2%	0	0,0%	10	41,7%	59	44,4%	69	40,6%
5- Concordo Totalmente	39	35,5%	14	28,6%	3	27,3%	13	100,0%	9	37,5%	34	25,6%	56	32,9%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 07 da pesquisa, sobre a visualização de benefícios e ganhos do trabalho realizado por equipes de melhoria, a maioria dos respondentes concorda com a afirmação, sendo 40,6% parcialmente, conforme destaque na tabela 20, 12,9% não souberam opinar a respeito e 13,6% discordam disso. Destaca-se nessas respostas que todos os líderes pesquisados concordam totalmente com essa afirmação da pesquisa, de acordo com destaque apresentado na tabela.

**Questão 08** – Recebe informações sobre trabalhos realizados por equipes de melhoria dentro da empresa.

*Tabela 21 – Parte 3: Questão 08*

PARTE 3 - QUESTÃO 08	SETOR						CARGO						TOTAL	
	RESPOSTAS		GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO			
1- Discordo Totalmente	4	3,6%	1	2,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	3,8%	5	2,9%
2- Discordo Parcialmente	9	8,2%	9	18,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	18	13,5%	18	10,6%
3- Nem discordo nem concordo	21	19,1%	12	24,5%	2	18,2%	0	0,0%	8	33,3%	27	20,3%	35	20,6%
4- Concordo Parcialmente	55	50,0%	18	36,7%	7	63,6%	6	46,2%	7	29,2%	67	50,4%	80	47,1%
5- Concordo Totalmente	21	19,1%	9	18,4%	2	18,2%	7	53,8%	9	37,5%	16	12,0%	32	18,8%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na questão 08, sobre o recebimento de informações a respeito de equipes de melhoria da empresa, no geral apenas 18,8% concordam totalmente com a afirmação, sendo que a maioria de 47,1% concorda parcialmente, 20,6% não souberam opinar e 10,6% discordam parcialmente de tal afirmação, de acordo com destaques apresentados na tabela 21. Essa divisão de respostas fica evidente entre todos os níveis pesquisados, exceto entre os líderes, onde todos concordaram com a afirmação, porém com a maioria de 53,8% concordando totalmente com a mesma.

**Questão 09** – Consegue avaliar, qualitativamente e quantitativamente, resultados obtidos através do trabalho realizado por uma equipe de melhoria.

*Tabela 22 – Parte 3: Questão 09*

PARTE 3 - QUESTÃO 09 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	3	2,7%	0	0,0%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	3	2,3%	4	2,4%
2- Discordo Parcialmente	2	1,8%	7	14,3%	2	18,2%	0	0,0%	0	0,0%	11	8,3%	11	6,5%
3- Nem discordo nem concordo	21	19,1%	8	16,3%	2	18,2%	0	0,0%	5	20,8%	26	19,5%	31	18,2%
4- Concordo Parcialmente	54	49,1%	23	46,9%	2	18,2%	2	15,4%	10	41,7%	67	50,4%	79	46,5%
5- Concordo Totalmente	30	27,3%	11	22,4%	4	36,4%	11	84,6%	8	33,3%	26	19,5%	45	26,5%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 09, última dessa parte da pesquisa e que afirma sobre se conseguir avaliar resultados obtidos por equipes de melhoria, demonstra um resultado onde, no geral, apenas 26,5% concordam totalmente, a maioria de 46,5% concorda parcialmente, 18,2% dos pesquisados não souberam opinar e 8,9% discordam, de acordo com destaques na tabela 22. Essa tendência nas respostas é refletida em todos os setores pesquisados e entre os técnicos e pessoal de operação e manutenção. Já entre os líderes todos concordam com a afirmação, sendo que a absoluta maioria de 84,6% concorda totalmente.

A seguir, nos gráficos 6, 7 e 8, também é apresentada uma série de esboços referentes às respostas obtidas nessa parte da pesquisa. No que se refere a equipes de melhoria, baseando-se na divisão proposta onde o público pesquisado foi dividido de acordo com a função estratégica de trabalho em três grupos: Liderança, que compreende a gerência, engenheiros e supervisores; Técnico, trabalhadores com cargo de nível técnico; e Operação, manutenção e apoio, que compreende os demais participantes da pesquisa, de nível operacional ou mantenedores.

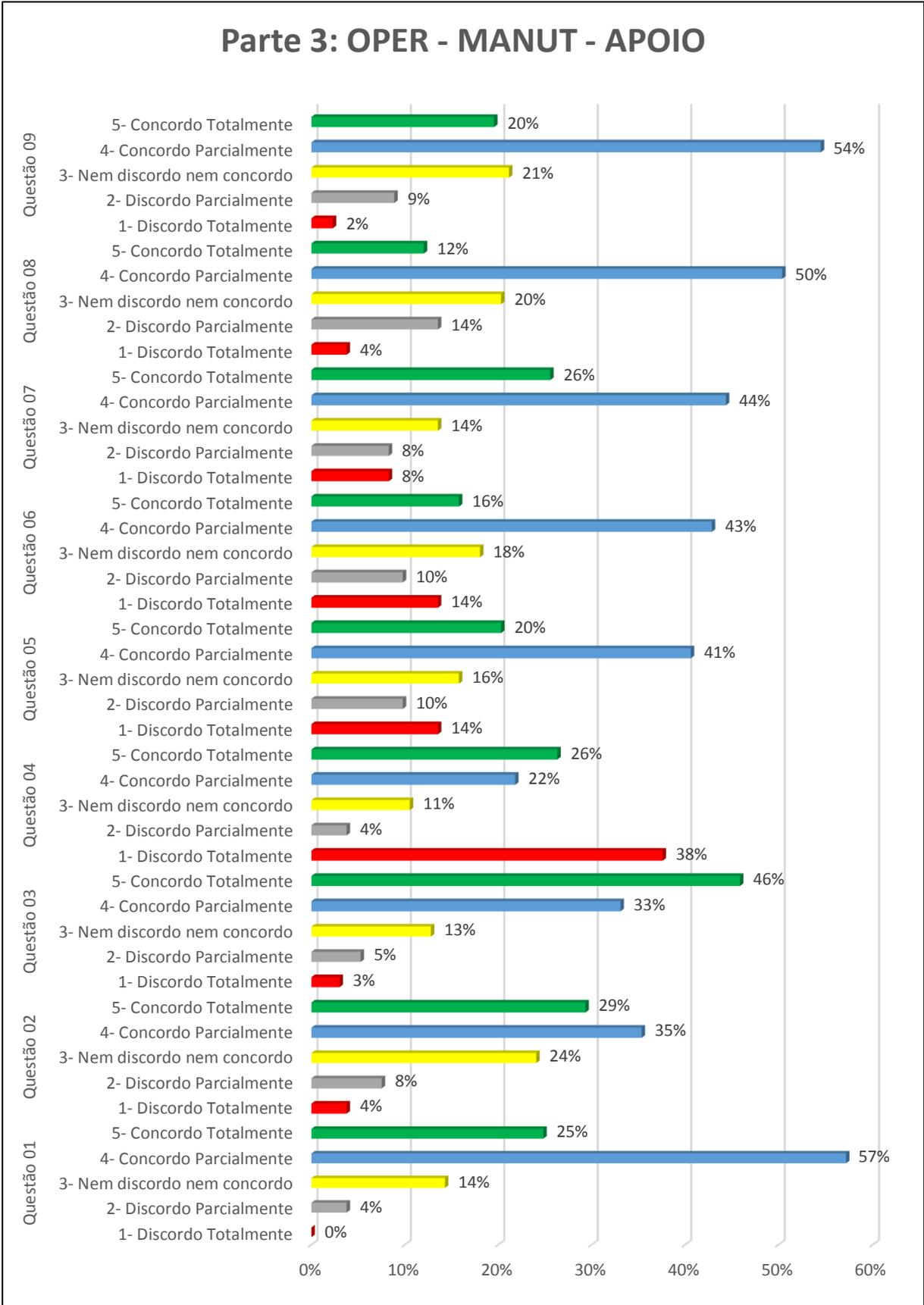


Gráfico 6 – Parte 3: Operação, manutenção e apoio.

Fonte: Dados da pesquisa.

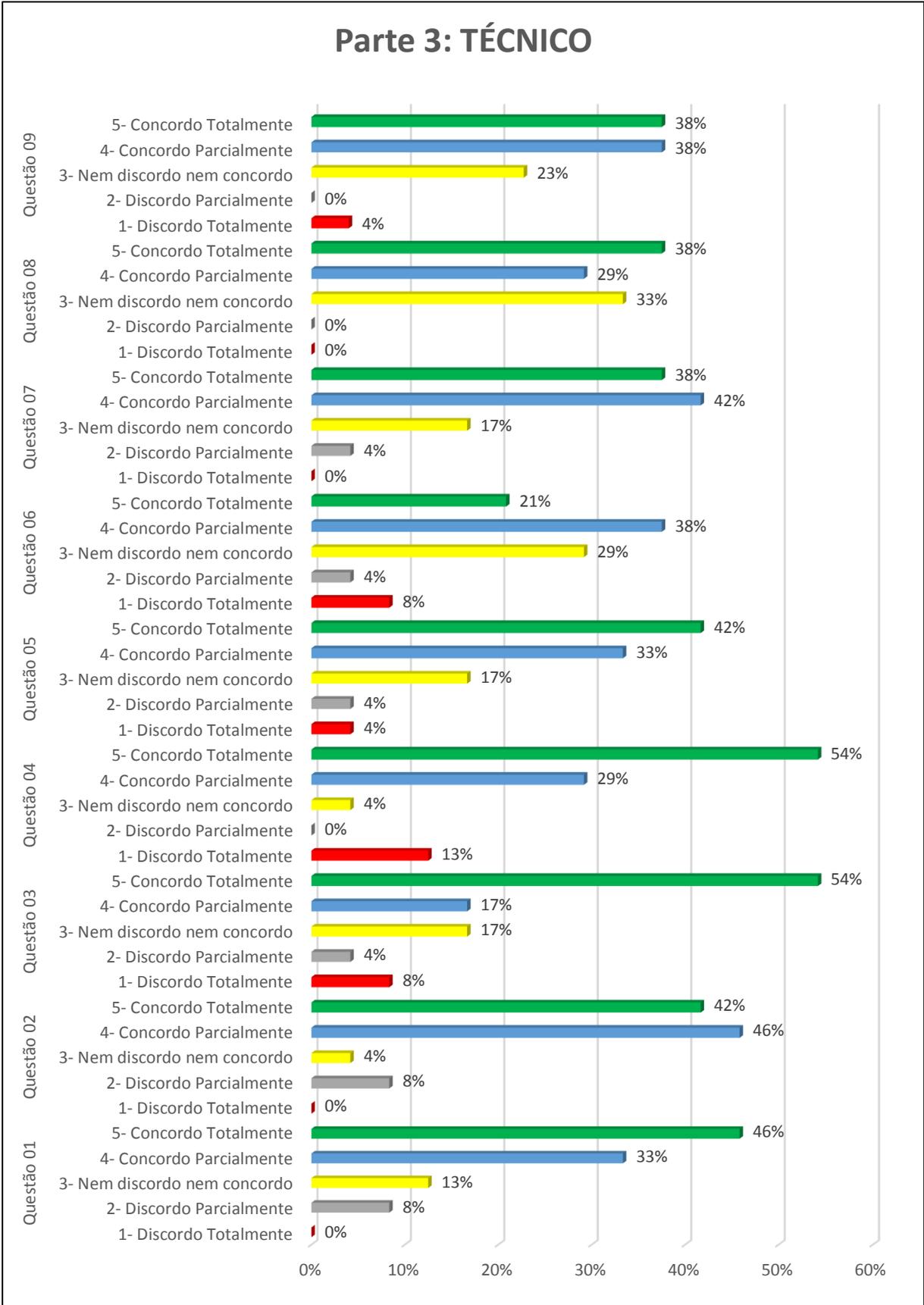


Gráfico 7 – Parte 3: Técnico

Fonte: Dados da pesquisa.

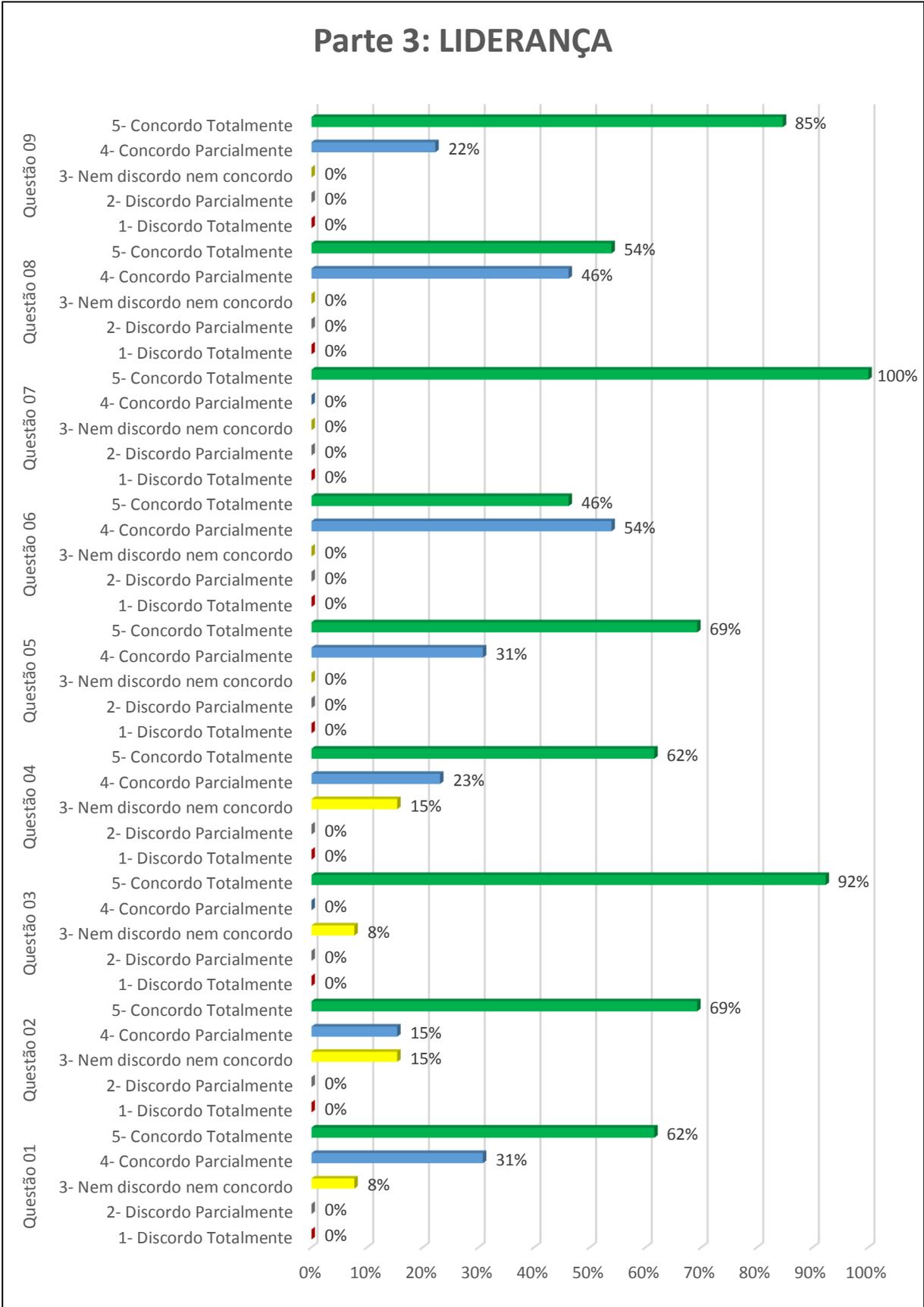


Gráfico 8 – Parte 3: Liderança

Fonte: Dados da pesquisa.

Baseando-se nos gráficos 6, 7 e 8 apresentados e sob análise dos resultados já divulgados da pesquisa, nota-se também nessa parte da pesquisa, que entre os líderes pesquisados ocorre concordância com as afirmações propostas nas respostas obtidas, sendo que na maioria das questões ocorre a concordância total com as afirmações. Mas destaca-se também o surgimento em algumas questões de líderes que nem concordaram ou nem discordaram de tais afirmações propostas.

Entre os técnicos pesquisados, apesar da maioria em quase todas as questões concordar com a afirmação, os índices de concordância são médios apesar de maioria. Ocorre também uma clara divisão nas respostas onde aparece algumas respostas discordantes e muitas respostas de pesquisados que não souberam opinar a respeito das afirmações.

Já entre os classificados de operação, manutenção e apoio ainda ocorre uma maioria de respostas concordantes com as afirmações, mas com índices mais baixos e na maioria das questões uma concordância apenas parcial com as afirmações. É notório também o um aumento considerável do número de respostas discordantes em algumas questões propostas, além de um bom número de respondentes que não souberam opinar a respeito de tais afirmações.

#### 4.2.4 Discussão do resultado da Parte 3: Equipe de Melhoria

Essa parte da pesquisa já nos mostra um alto índice de concordância apenas parcial com as afirmações e aumento do índice de discordâncias e dos que não souberam opinar a respeito, principalmente nas questões sobre conhecimento sobre equipes de melhoria e seus fundamentos e sobre treinamentos obtidos a respeito. Isso foi verificado em todos os âmbitos pesquisados, setores e cargos de trabalho. O que reforça a necessidade de se investir em treinamentos para os empregados.

Como visto nos resultados e apresentados nas tabelas 16 e 17 no capítulo anterior, a maioria dos respondentes concordaria em participar de equipes de melhoria dentro da empresa, porém apenas uma minoria já participou ou participa de tais equipes. Com isso, ressalta-se com essa importante evidência a necessidade e importância de se criar mais equipes para difundir os conceitos de melhoria contínua e de qualidade dentro da empresa. Para, assim, resolver problemas através de

ferramentas da qualidade, desde os mais simples aos mais complexos, mas sempre com a participação das pessoas envolvidas diretamente nessas atividades.

Entre os setores pesquisados percebe-se em todas as questões, exceto nas questões 04 e 05, que os índices de concordância com as afirmações dos pesquisados do setor de Operação e Beneficiamento e das outras áreas, de qualidade, meio ambiente, geotecnia e processo são maiores que os índices do setor de Manutenção, ficando este muitas das vezes em um maior percentual de concordância apenas parcial com as afirmações propostas na pesquisa. Isso comprova novamente o que foi discutido no capítulo anterior, a respeito da necessidade de se investir na qualidade da manutenção, conforme as análises feitas da outra parte da pesquisa.

Também foi realizada análise e interpretação, que está representado nos gráficos 6, 7 e 8, onde os respondentes do questionário estruturado foram divididos de acordo com a função estratégica de trabalho em três grupos: Liderança, Técnico e Operação, manutenção e apoio.

Neste levantamento também se percebe que, à medida que se desce o nível hierárquico na organização, dos líderes até os operadores e mantenedores, é verificada a diminuição considerável nos índices de concordância com as afirmações e o surgimento de discordâncias e de respondentes que não souberam opinar a respeito. Deve-se novamente atentar para o fato de que é preciso investir para que todos da organização, sem exceções, estejam devidamente engajados e comprometidos com a busca da qualidade.

É importante destacar nessa parte da pesquisa as respostas para a questão 04, sobre a participação dos respondentes em equipes de melhoria, onde apenas 33% dos respondentes afirmam concordar totalmente que participam ou já participaram de equipes de melhoria. De acordo com as respostas obtidas, 44% afirmam não terem participado de nenhuma equipe de melhoria na empresa. Percebe-se com isso que muitos empregados não obtiveram treinamento sobre equipes de melhoria e ferramentas da qualidade ou, se já treinados, não tiveram oportunidades ou interesse em participar de uma equipe.

#### 4.2.5 Análise e Interpretação do resultado da Parte 4: Sobre a Equipe de Melhoria CALHA

A quarta e última parte da pesquisa no questionário estruturado, composta de sete questões, trata-se do conhecimento dos respondentes a respeito da equipe de melhoria CALHA, um dos objetos de estudo desse trabalho, e de sua atuação na Usina de Concentração do Complexo de Mineração de Tapira. São questionados conhecimentos sobre o trabalho realizado, metas e objetivos da equipe, participação em ações da equipe e visualização de ganhos e desafios do trabalho.

Nesse subcapítulo também estarão dispostas as tabelas, contendo as respostas obtidas de todos os questionários analisados e planilhados, já com a divisão das respostas por setor de trabalho e cargo ocupado do respondente e valor total obtido, da mesma forma que nas análises anteriores da pesquisa, e também com gráficos gerados para melhor interpretação dos dados obtidos com essas respostas.

**Questão 01** – Tem conhecimento da existência dessa equipe de melhoria.

*Tabela 23 – Parte 4: Questão 01*

PARTE 4 - QUESTÃO 01 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	11	10,0%	16	32,7%	5	45,5%	0	0,0%	6	25,0%	26	19,5%	32	18,8%
2- Discordo Parcialmente	4	3,6%	4	8,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	8	6,0%	8	4,7%
3- Nem discordo nem concordo	18	16,4%	5	10,2%	2	18,2%	0	0,0%	2	8,3%	23	17,3%	25	14,7%
4- Concordo Parcialmente	19	17,3%	14	28,6%	1	9,1%	2	15,4%	3	12,5%	29	21,8%	34	20,0%
5- Concordo Totalmente	58	52,7%	10	20,4%	3	27,3%	11	84,6%	13	54,2%	47	35,3%	71	41,8%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 01 dessa parte da pesquisa, sobre o conhecimento da existência da equipe de melhoria CALHA, demonstra no geral que a maioria concorda com a afirmação, sendo que 41,8% concordando totalmente. Porém quase 20% dos

respondentes afirmam discordar totalmente e outros quase 15% não souberam opinar a respeito, conforme destaques na tabela 23.

Entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar, sendo que 52,7% totalmente, apesar de 13,6% discordarem e 16,4% não opinarem a respeito. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se que a maioria afirma discordar dessa afirmação de conhecimento sobre a equipe CALHA.

Enquanto todos os líderes afirmam conhecer a existência dessa equipe conforme destaque apresentado na tabela, no pessoal de nível técnico e de operação e manutenção ocorre um alto e importante índice de discordantes e dos que não souberam opinar, apesar de que, em ambos os casos, a maioria ainda afirma concordar com a afirmação.

**Questão 02** – Tem conhecimento do trabalho realizado e dos resultados obtidos por essa equipe de melhoria em 2014.

*Tabela 24 – Parte 4: Questão 02*

PARTE 4 - QUESTÃO 02 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	11	10,0%	17	34,7%	7	63,6%	1	7,7%	7	29,2%	27	20,3%	35	20,6%
2- Discordo Parcialmente	6	5,5%	6	12,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	12	9,0%	12	7,1%
3- Nem discordo nem concordo	21	19,1%	9	18,4%	0	0,0%	0	0,0%	2	8,3%	28	21,1%	30	17,6%
4- Concordo Parcialmente	32	29,1%	11	22,4%	1	9,1%	1	7,7%	5	20,8%	38	28,6%	44	25,9%
5- Concordo Totalmente	40	36,4%	6	12,2%	3	27,3%	11	84,6%	10	41,7%	28	21,1%	49	28,8%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 02 sobre o conhecimento a respeito do trabalho realizado por essa equipe de melhoria no ano de 2014, observa-se a mesma tendência das respostas da questão anterior, onde no geral a maioria concorda com a afirmação, cerca de 45%, porém com 20,6% discordando totalmente de acordo com evidências da tabela 24 e um aumento nos índices de discordância parcial e dos que não souberam opinar a respeito dessa afirmação.

Entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar com índices menores que na questão anterior, sendo que 36,4% totalmente de acordo com destaque na tabela 24, apesar de 15,5% discordarem e 19,1% não opinarem a respeito. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se novamente que a maioria afirma discordar da afirmação proposta.

Enquanto a maioria dos líderes afirmam concordar com a afirmação, no pessoal de nível técnico e de operação e manutenção ocorre também uma divisão nas respostas obtidas, com novamente um alto e importante índice de discordantes e dos que não souberam opinar, apesar de que, em ambos os casos, a maioria ainda afirma concordar com a afirmação.

**Questão 03** – Tem conhecimento de quais são os objetivos, metas e o plano de ação da equipe para o ano de 2015.

*Tabela 25 – Parte 4: Questão 03*

PARTE 4 - QUESTÃO 03 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	15	13,6%	17	34,7%	7	63,6%	1	7,7%	7	29,2%	31	23,3%	39	22,9%
2- Discordo Parcialmente	13	11,8%	9	18,4%	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%	21	15,8%	22	12,9%
3- Nem discordo nem concordo	21	19,1%	9	18,4%	0	0,0%	0	0,0%	4	16,7%	26	19,5%	30	17,6%
4- Concordo Parcialmente	28	25,5%	11	22,4%	3	27,3%	3	23,1%	4	16,7%	35	26,3%	42	24,7%
5- Concordo Totalmente	33	30,0%	3	6,1%	1	9,1%	9	69,2%	8	33,3%	20	15,0%	37	21,8%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 03 da pesquisa, sobre os objetivos, metas e plano de ação da equipe estudada para o ano de 2015, observa-se a mesma tendência das respostas das questões anteriores, onde no geral a maioria concorda com a afirmação, cerca de 46%, porém com 22,9% discordando totalmente, de acordo com destaque apresentado na tabela 25 e um novo aumento nos índices de discordância parcial e dos que não souberam opinar a respeito dessa afirmação.

Entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar como na questão anterior, sendo que apenas 30% totalmente como destacado na tabela, apesar de 13,6% discordarem totalmente, 11,8% parcialmente e 19,1% não opinarem a respeito. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se novamente que a maioria afirma discordar da afirmação proposta.

Aqui também, enquanto a grande maioria dos líderes afirmam concordar com a afirmação, no pessoal de nível técnico ocorre novamente uma divisão nas respostas obtidas, com um alto e importante índice de discordantes e dos que não souberam opinar, apesar de que a maioria ainda afirma concordar com a afirmação. Nota-se, nesse caso, o baixo índice de apenas 15% dos operadores e mantenedores que afirmam concordar totalmente com a afirmação.

**Questão 04** – Participou ou participa, direta ou indiretamente, de algumas ações da equipe.

*Tabela 26 – Parte 4: Questão 04*

PARTE 4 - QUESTÃO 04	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	29	26,4%	21	42,9%	5	45,5%	1	7,7%	5	20,8%	49	36,8%	55	32,4%
2- Discordo Parcialmente	6	5,5%	5	10,2%	1	9,1%	0	0,0%	3	12,5%	9	6,8%	12	7,1%
3- Nem discordo nem concordo	17	15,5%	10	20,4%	1	9,1%	2	15,4%	3	12,5%	23	17,3%	28	16,5%
4- Concordo Parcialmente	29	26,4%	6	12,2%	2	18,2%	4	30,8%	5	20,8%	28	21,1%	37	21,8%
5- Concordo Totalmente	29	26,4%	7	14,3%	2	18,2%	6	46,2%	8	33,3%	24	18,0%	38	22,4%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 04, a respeito da participação direta ou indireta nas ações da equipe CALHA, o resultado demonstra que a maioria de 32,4% dos respondentes discorda totalmente dessa afirmação e apenas 22,4% concordam totalmente e 21,8% parcialmente, conforme destaques apresentados na tabela 26.

Entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar com valores iguais de 26,4% nas respostas de concordância total e parcial. Mas um igual e alto índice de 26,4% dos respondentes discordam da afirmação, de acordo com destaque na tabela. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se novamente que a maioria afirma discordar da afirmação proposta.

A maioria dos líderes afirma concordar com a afirmação, mas já ocorre uma divisão nas respostas diferentemente das questões anteriores dessa parte da pesquisa. Já o pessoal de nível técnico ocorre novamente uma divisão nas respostas obtidas, com um alto e importante índice de discordantes e dos que não souberam opinar, apesar de que a maioria ainda afirma concordar com a afirmação. Dentre o pessoal de operação e manutenção destaca-se, nesse caso, o elevado índice de 36,8% que discorda totalmente da afirmação conforme destaque na tabela, muitos que não souberam opinar a respeito e um baixo índice de apenas 18% dos operadores e mantenedores que afirmam concordar totalmente com a afirmação.

**Questão 05** – Tem acesso e/ou oportunidade de sugerir ações para essa equipe de melhoria.

*Tabela 27 – Parte 4: Questão 05*

PARTE 4 - QUESTÃO 05	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	13	11,8%	19	38,8%	4	36,4%	1	7,7%	4	16,7%	31	23,3%	36	21,2%
2- Discordo Parcialmente	7	6,4%	9	18,4%	1	9,1%	0	0,0%	0	0,0%	17	12,8%	17	10,0%
3- Nem discordo nem concordo	25	22,7%	7	14,3%	2	18,2%	1	7,7%	6	25,0%	27	20,3%	34	20,0%
4- Concordo Parcialmente	30	27,3%	6	12,2%	2	18,2%	4	30,8%	4	16,7%	30	22,6%	38	22,4%
5- Concordo Totalmente	35	31,8%	8	16,3%	2	18,2%	7	53,8%	10	41,7%	28	21,1%	45	26,5%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na questão 05, a respeito do acesso a sugestões para ações da equipe CALHA, o resultado demonstra que a maioria de 26,5% dos respondentes já concorda totalmente com essa afirmação, mas 21,2% discordam totalmente e 10% parcialmente, além de 20% que não souberam opinar a respeito, conforme destaques apresentados na tabela 27.

Entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar com a afirmação, sendo 31,8% de concordância total e 27,3% parcial. Ocorre aqui uma redução no índice dos respondentes que discordam da afirmação, mas ainda 22,7% que não souberam opinar. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se novamente que a maioria afirma discordar da afirmação proposta.

A maioria dos líderes afirmam concordar com a afirmação, mas também ocorre uma divisão nas respostas diferentemente das primeiras questões dessa parte da pesquisa. Já o pessoal de nível técnico ocorre novamente uma divisão nas respostas obtidas, com um alto e importante índice dos que não souberam opinar, apesar de que a maioria ainda afirma concordar totalmente com a afirmação. Dentre o pessoal de operação e manutenção destaca-se, nesse caso, o elevado índice de 23,3% que discorda totalmente da afirmação conforme destaque na tabela, muitos que não souberam opinar a respeito e um baixo índice de apenas 21,1% dos operadores e mantenedores que afirmam concordar totalmente com a afirmação.

**Questão 06** – Consegue visualizar os ganhos no trabalho realizado por essa equipe de melhoria.

*Tabela 28 – Parte 4: Questão 06*

PARTE 4 - QUESTÃO 06	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	12	10,9%	15	30,6%	3	27,3%	1	7,7%	4	16,7%	25	18,8%	30	17,6%
2- Discordo Parcialmente	5	4,5%	5	10,2%	1	9,1%	0	0,0%	1	4,2%	10	7,5%	11	6,5%
3- Nem discordo nem concordo	13	11,8%	8	16,3%	2	18,2%	0	0,0%	3	12,5%	20	15,0%	23	13,5%
4- Concordo Parcialmente	38	34,5%	13	26,5%	2	18,2%	1	7,7%	3	12,5%	49	36,8%	53	31,2%
5- Concordo Totalmente	42	38,2%	8	16,3%	3	27,3%	11	84,6%	13	54,2%	29	21,8%	53	31,2%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 06, a respeito da visualização dos ganhos no trabalho realizado pela equipe CALHA, demonstra um resultado onde a maioria dos respondentes já concorda com a afirmação, sendo 31,2% tanto totalmente quanto parcialmente. Porém 17,6% discordam totalmente e

6,5% parcialmente, além de 13,5% que não souberam opinar a respeito, conforme destaques apresentados na tabela 28.

Já entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar com a afirmação, sendo 38,2% de concordância total e 34,5% parcial. Ocorre aqui uma considerável redução no índice dos respondentes que discordam da afirmação ou que não souberam opinar. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se novamente que a maioria afirma discordar da afirmação proposta.

A maioria dos líderes afirmam concordar totalmente com a afirmação conforme destaque na tabela 28. Já o pessoal de nível técnico ocorre novamente uma divisão nas respostas obtidas, mas já com a maioria de 54,2% concordando totalmente com a afirmação. Dentre o pessoal de operação e manutenção destaca-se, nesse caso, que a maioria dos respondentes concorda com a afirmação, mas apresenta ainda um índice de 18,8% que discordam totalmente da afirmação e 15% que não souberam opinar a respeito.

**Questão 07** – Conseguir visualizar os desafios presentes e futuros para a manutenção dos resultados obtidos com ações dessa equipe de melhoria.

*Tabela 29 – Parte 4: Questão 07*

PARTE 4 - QUESTÃO 07 RESPOSTAS	SETOR						CARGO						TOTAL	
	GAOB		GAMAN		OUTROS		LIDERANÇA		TÉCNICO		OPER-MANUT e APOIO			
1- Discordo Totalmente	6	5,5%	15	30,6%	3	27,3%	1	7,7%	3	12,5%	20	15,0%	24	14,1%
2- Discordo Parcialmente	4	3,6%	4	8,2%	3	27,3%	0	0,0%	4	16,7%	7	5,3%	11	6,5%
3- Nem discordo nem concordo	21	19,1%	6	12,2%	0	0,0%	0	0,0%	2	8,3%	25	18,8%	27	15,9%
4- Concordo Parcialmente	39	35,5%	14	28,6%	2	18,2%	2	15,4%	3	12,5%	50	37,6%	55	32,4%
5- Concordo Totalmente	40	36,4%	10	20,4%	3	27,3%	10	76,9%	12	50,0%	31	23,3%	53	31,2%
TOTAL	110	100%	49	100%	11	100%	13	100%	24	100%	133	100%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na questão 07, última da pesquisa e sobre a visualização dos desafios presentes e futuros para a manutenção dos resultados da equipe CALHA, demonstra-se um resultado onde a maioria dos respondentes também concorda com a afirmação, sendo 31,2% totalmente e 32,4% parcialmente,

conforme destaques apresentados na tabela 29. Porém 14,1% discordam totalmente e 6,5% parcialmente, além de 15,9% que não souberam opinar a respeito.

Entre os setores pesquisados, no de operação e beneficiamento a maioria afirma concordar com a afirmação, sendo 36,4% de concordância total e 35,5% parcial. Ocorre aqui nessa questão também uma considerável redução no índice dos respondentes que discordam da afirmação ou que não souberam opinar. No setor de manutenção e nas outras áreas pesquisadas observa-se novamente que a maioria afirma discordar da afirmação proposta.

Os líderes afirmam concordar totalmente com a afirmação conforme destaque na tabela 29. Já o pessoal de nível técnico ocorre novamente uma divisão nas respostas obtidas, mas com a maioria de 50,0% concordando totalmente com a afirmação. Dentre o pessoal de operação e manutenção destaca-se, nesse caso, que a maioria dos respondentes concorda com a afirmação, mas apresenta ainda um índice de 15% que discordam totalmente da afirmação e 18,8% que não souberam opinar a respeito.

A seguir, nos gráficos 9, 10 e 11, também são apresentados uma série de gráficos referentes às respostas obtidas nessa parte da pesquisa, sobre a equipe de melhoria CALHA que atua na Usina de Concentração, baseando-se na divisão proposta.

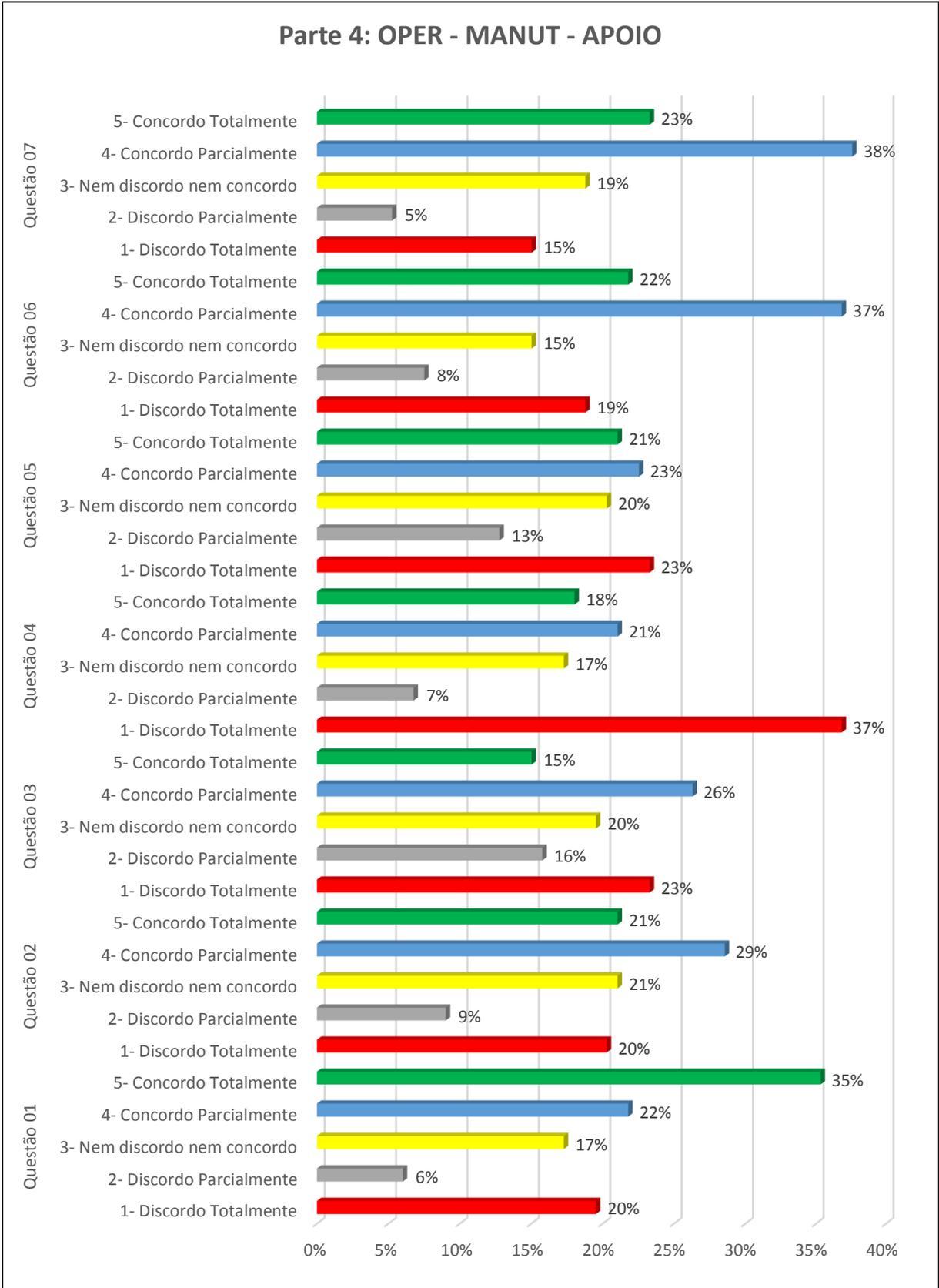


Gráfico 9 – Parte 4: Operação, manutenção e apoio.

Fonte: Dados da pesquisa.

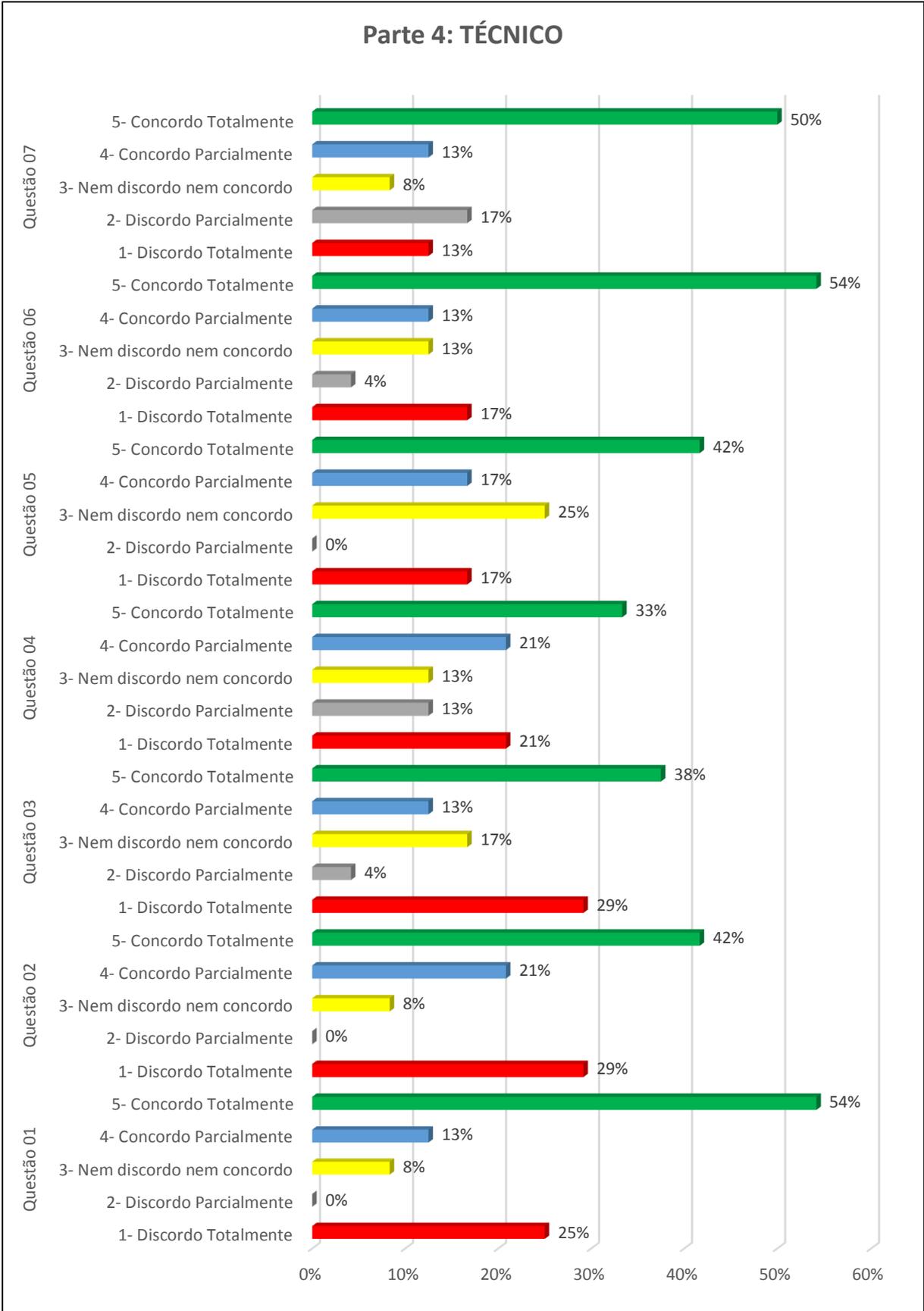


Gráfico 10 – Parte 4: Técnico.

Fonte: Dados da pesquisa.

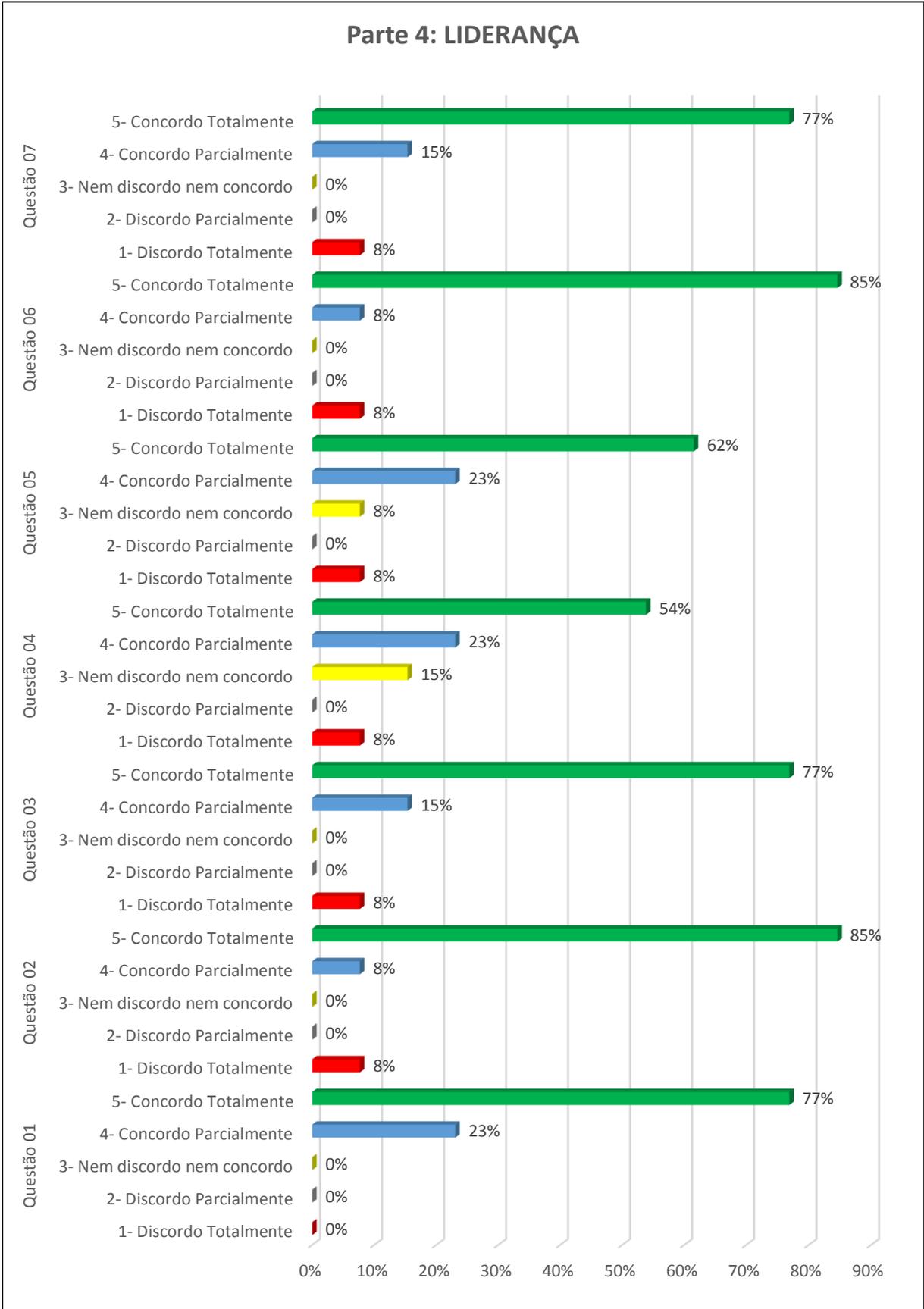


Gráfico 11 – Parte 4: Liderança.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nos gráficos 9, 10 e 11 apresentados e sob análise dos resultados já divulgados da pesquisa, destaca-se também nessa parte da pesquisa, que entre os líderes pesquisados ocorre concordância com as afirmações propostas nas respostas obtidas, sendo que na maioria das questões ocorre a concordância total com as afirmações. Porém já ocorre o surgimento de líderes que discordaram totalmente das afirmações propostas e em algumas questões não souberam opinar a respeito do assunto.

Entre os técnicos pesquisados, apesar do maior percentual em todas as questões concordar totalmente com a afirmação, os índices de concordância são médios. Ocorre aqui também uma clara divisão nas respostas, com destaque para um alto índice de respostas discordantes em todas as afirmações.

Já entre os classificados de operação, manutenção e apoio ainda ocorre uma maior divergência de respostas de toda a pesquisa, sendo que apenas na questão 01 o maior percentual de respondentes concorda totalmente com a afirmação. Nas outras questões ocorre uma divisão das respostas acentuada, onde em algumas dessas questões inclusive, como as questões 04 e 05 o maior percentual é de respostas discordando totalmente da afirmação. Além do notável aumento de discordância em todas as questões dessa parte da pesquisa, os empregados componentes desse grupo também apresentam como resultado um aumento no índice dos respondentes que não souberam opinar a respeito de tais questões propostas no questionário.

#### 4.2.6 Discussão do resultado da Parte 4: Sobre a Equipe de Melhoria CALHA

Através dos dados levantados percebeu-se que, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, ocorreu uma grande variação nas respostas obtidas. Apesar de que, de forma geral é evidenciado nas respostas da questão 01, 42% dos respondentes afirmam que concordam totalmente em saber da existência dessa equipe de melhoria e outros 20% concordarem parcialmente com isso, nota-se,

baseando-se nas respostas das demais questões dessa parte da pesquisa, um elevado índice de respostas com discordâncias totais e parciais às afirmações propostas e de respondentes que não souberam opinar sobre estas questões referentes ao trabalho atual e já realizado por essa equipe de melhoria, assim como seus objetivos, metas, plano de ações, ganhos e desafios.

Como discutido no capítulo a respeito do resultado geral da pesquisa, esse resultado de alto índice de discordâncias com as afirmações ou de respondentes que não souberam opinar demonstra o fato de que essa equipe de melhoria ainda não foi muito bem difundida, principalmente para pessoas de outros setores da empresa que não sejam do setor de Operação e Beneficiamento. Isso fica bastante evidente quando se analisa e interpreta os resultados obtidos sobre a equipe CALHA com os respondentes do setor de manutenção industrial. Surge aqui claramente a necessidade de se ampliar a divulgação do trabalho da equipe, não só dentro do setor de Operação e Beneficiamento, mas principalmente nos outros setores como o de manutenção, que tem membros participantes da equipe e que, juntamente com os demais empregados da área de manutenção, podem contribuir significativamente para a redução de perdas, realização e sugestão de ações para a equipe e obtenção da manutenção e melhoria contínua dos resultados da equipe de melhoria CALHA.

Conforme os gráficos 9, 10 e 11 apresentados, destaca-se que entre os líderes pesquisados ocorre concordância com as afirmações propostas nas respostas obtidas, sendo que na maioria das questões ocorre a concordância total com as afirmações. Porém, nesta parte da pesquisa, exceto na questão 01, em todas as questões ocorre o surgimento de líderes que discordaram totalmente das afirmações propostas e em algumas questões não souberam opinar a respeito do assunto. Já entre os técnicos, apesar do maior percentual em todas as questões concordar totalmente com a afirmação, os índices de concordância são médios. Ocorre aqui também uma clara divisão nas respostas, com destaque para um alto índice de respostas discordantes em todas as afirmações. E entre os classificados de operação, manutenção e apoio ainda ocorre uma maior divergência de respostas de toda a pesquisa, sendo que apenas na questão 01 o maior percentual de respondentes concorda totalmente com a afirmação. Nas outras questões ocorre uma divisão das respostas acentuada, onde em algumas dessas questões inclusive, como as questões 04 e 05 o maior percentual é de respostas discordando

totalmente da afirmação. Além do notável aumento de discordância em todas as questões dessa parte da pesquisa, os empregados componentes desse grupo também apresentam como resultado um aumento no índice dos respondentes que não souberam opinar a respeito de tais questões propostas no questionário.

É fato, comprovado pela pesquisa, que se necessita de uma maior divulgação dessa equipe e de seus trabalhos realizados tanto dentro do setor de Operação e beneficiamento quanto nas demais áreas da empresa, mas também se percebe que a comunicação e a orientação sobre o trabalho da equipe já atingiram uma boa parte dos líderes e vai decaindo o índice quanto aos técnicos, vindo a diminuir mais no pessoal de operação, manutenção e apoio. Isso demonstra que falta divulgação da equipe sim, mas também se questiona a forma de divulgação, porque fica claro que muitos dos líderes sabem da existência e dos trabalhos realizados, objetivos, metas e desafios da equipe CALHA, mas não estão repassando devidamente às suas equipes de trabalho, de forma eficiente para que se atinja uma ampla divulgação e participação. É necessário investir nessa divulgação e orientação dessas pessoas, principalmente no âmbito de operação e manutenção, buscando participação e comprometimento dessas pessoas com o trabalho da equipe, e ganhando sugestões e criatividade para a execução de ações com pessoas que trabalham diretamente dentro da Usina e têm muito a contribuir com esse trabalho da equipe e com muitos outros trabalhos.

As respostas das questões 04 e 05 dessa parte da pesquisa comprovam esse argumento, visto que mesmo entre os líderes pesquisados ocorre queda considerável no índice de discordância, que vai se acentuando entre os técnicos e aumenta ainda mais entre os operadores e mantenedores, demonstrando que muitos afirmam não participar das ações realizadas pela equipe ou não ter acesso ou oportunidade para sugerir ações para a equipe. Isso é reflexo do que foi comentado no parágrafo anterior.

#### 4.2.7 Análise e Interpretação do resultado Geral da Pesquisa

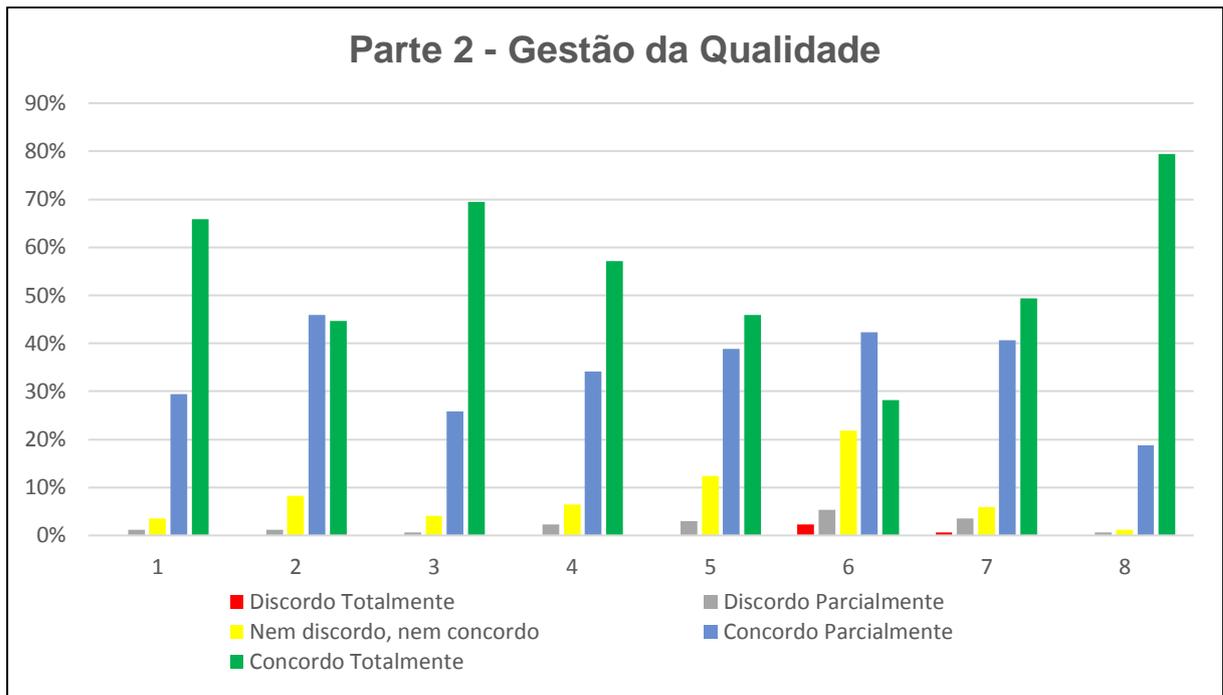
De uma maneira geral, os dados coletados pela pesquisa são apresentados a seguir, na tabela 30, contendo os resultados gerais de todas as questões aplicadas via questionário estruturado.

*Tabela 30 – Resultado Geral da Pesquisa*

QUESTÕES	Discordo Totalmente		Discordo Parcialmente		Nem discordo, nem concordo		Concordo Parcialmente		Concordo Totalmente		TOTAL	
<b>PARTE 2</b>												
1	0	0%	2	1%	6	4%	50	29%	112	66%	170	100%
2	0	0%	2	1%	14	8%	78	46%	76	45%	170	100%
3	0	0%	1	1%	7	4%	44	26%	118	69%	170	100%
4	0	0%	4	2%	11	6%	58	34%	97	57%	170	100%
5	0	0%	5	3%	21	12%	66	39%	78	46%	170	100%
6	4	2%	9	5%	37	22%	72	42%	48	28%	170	100%
7	1	1%	6	4%	10	6%	69	41%	84	49%	170	100%
8	0	0%	1	1%	2	1%	32	19%	135	79%	170	100%
<b>PARTE 3</b>												
1	0	0%	7	4%	23	14%	89	52%	51	30%	170	100%
2	5	3%	12	7%	35	21%	60	35%	58	34%	170	100%
3	6	4%	8	5%	22	13%	50	29%	84	49%	170	100%
4	53	31%	5	3%	17	10%	39	23%	56	33%	170	100%
5	19	11%	14	8%	25	15%	66	39%	46	27%	170	100%
6	20	12%	14	8%	31	18%	74	44%	31	18%	170	100%
7	11	6%	12	7%	22	13%	69	41%	56	33%	170	100%
8	5	3%	18	11%	35	21%	80	47%	32	19%	170	100%
9	4	2%	11	6%	31	18%	79	46%	45	26%	170	100%
<b>PARTE 4</b>												
1	32	19%	8	5%	25	15%	34	20%	71	42%	170	100%
2	35	21%	12	7%	30	18%	44	26%	49	29%	170	100%
3	39	23%	22	13%	30	18%	42	25%	37	22%	170	100%
4	55	32%	12	7%	28	16%	37	22%	38	22%	170	100%
5	36	21%	17	10%	34	20%	38	22%	45	26%	170	100%
6	30	18%	11	6%	23	14%	53	31%	53	31%	170	100%
7	24	14%	11	6%	27	16%	55	32%	53	31%	170	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Os gráficos apresentados a seguir (GRÁFICOS 12, 13 e 14), detalham os resultados da pesquisa, divididos pelas partes da pesquisa: Parte 2, sobre a gestão da qualidade; Parte 3, sobre equipes de melhoria; Parte 4, a respeito da equipe de melhoria CALHA, respectivamente.



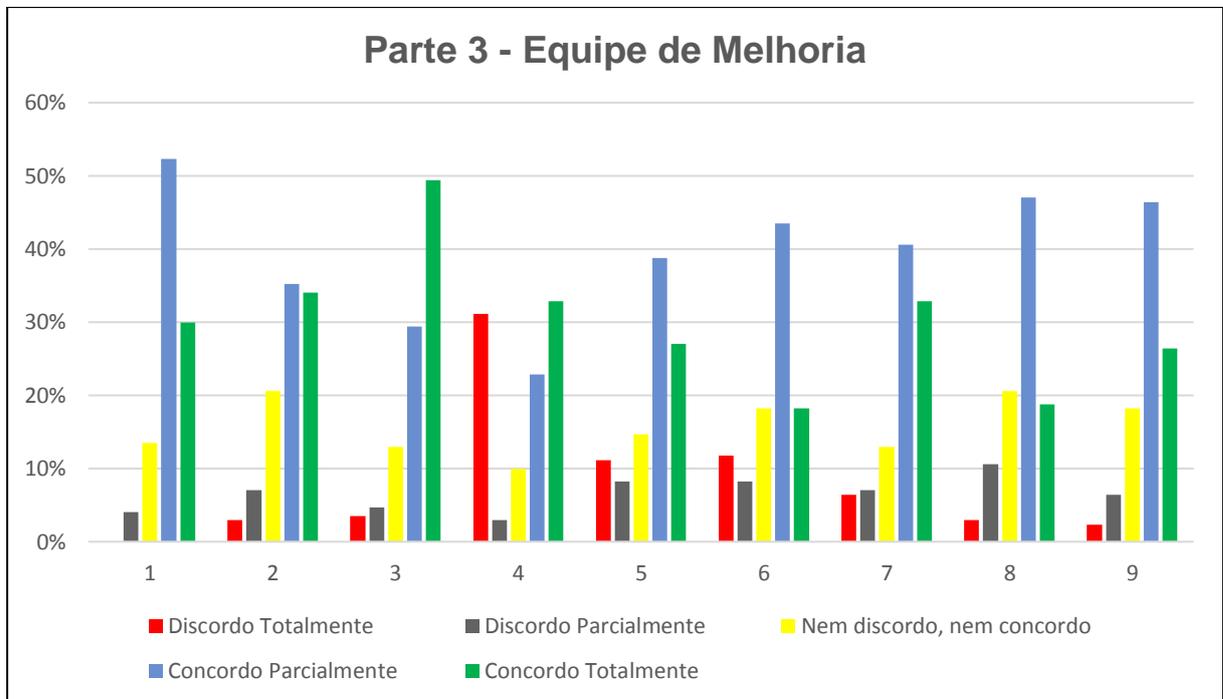
*Gráfico 12 – Parte 2: Gestão da Qualidade.*

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a tabela geral apresentada, tabela 30 juntamente com o gráfico 12 referente à parte de Gestão da Qualidade da pesquisa, nota-se que, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, uma grande concordância com as afirmações dessa parte da pesquisa, onde em quase todas as questões a maioria dos respondentes afirmam que concordam totalmente com as afirmações a respeito da gestão e importância da qualidade para a empresa.

Mas deve-se destacar uma variação nas respostas da questão 06, sobre o conhecimento dos respondentes a respeito dos termos de Gestão da Qualidade Total, Manutenção Produtiva Total e Manutenção Centrada na Confiabilidade, onde apenas 28% afirmam concordar totalmente em conhecer os termos citados na

questão da pesquisa e 29% não souberam opinar ou afirmam discordar em conhecer os termos, tanto operadores e mantenedores quanto técnicos e líderes.



*Gráfico 13 – Parte 3: Equipe de Melhoria.*

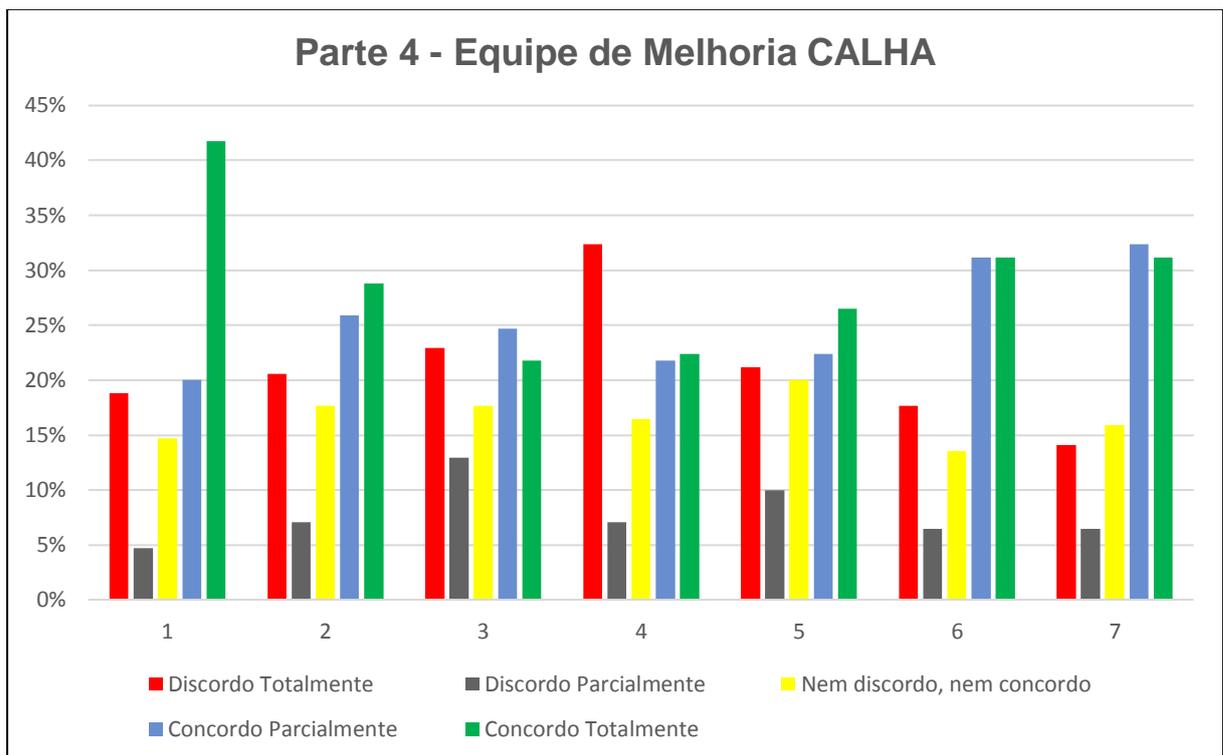
Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a tabela geral apresentada, tabela 30, e com o gráfico 13 referente a equipes de melhoria, nota-se que, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, que nesta parte da pesquisa já fica evidenciado inúmeras variações entre as respostas obtidas. Percebe-se um aumento do número de respostas afirmando que se concorda apenas parcialmente com as afirmações em todas as questões dessa parte da pesquisa realizada, além da percepção do aumento de respostas discordantes com as afirmações em todas as questões.

Notável nessa parte da pesquisa são as respostas para a questão 04, sobre a participação dos respondentes em equipes de melhoria, onde apenas 33% dos respondentes afirmam concordar totalmente que participam ou já participaram de equipes de melhoria. De acordo com as respostas obtidas, 44% afirmam não terem participado de nenhuma equipe de melhoria na empresa, sendo 31% discordando

totalmente da afirmação, 3% discordando parcialmente e 10% que nem concordaram e nem discordaram com a afirmação da pesquisa.

Destaca-se também o baixo índice de respostas concordando totalmente com as afirmações das questões 06 e 08, sobre o recebimento de suporte por parte da empresa para a realização dos trabalhos da equipe de melhoria e sobre o recebimento de informações a respeito de trabalhos realizados por equipes de melhoria dentro da empresa, respectivamente, com 18% e 19%.



*Gráfico 14 – Parte 4: Equipe de Melhoria CALHA.*

Fonte: Dados da pesquisa.

Observando o gráfico 14 referente a equipe de melhoria CALHA, atuante na redução da vazão da calha de dejetos da Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira-MG, percebe-se aqui também que, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, ocorreu uma grande variação nas respostas obtidas.

Apesar de que, de forma geral e como evidenciado nas respostas da questão 01, 42% dos respondentes afirmam que concordam totalmente em saber da existência dessa equipe de melhoria e outros 20% concordarem parcialmente com isso, nota-se, baseando-se nas respostas das demais questões dessa parte da pesquisa, um

elevado índice de respostas com discordâncias totais e parciais às afirmações propostas e de respondentes que não souberam opinar sobre estas questões referentes ao trabalho atual e já realizado por essa equipe de melhoria.

#### 4.2.8 Discussão do resultado geral da pesquisa

Com base nos resultados apresentados, analisados e interpretados na tabela 30 e nos gráficos 12, 13 e 14, tem-se um panorama geral da pesquisa realizada através da aplicação do questionário estruturado na empresa.

Na parte 2 da pesquisa, sobre a gestão da qualidade, obteve-se um resultado que demonstra, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, uma grande concordância com as afirmações dessa parte da pesquisa, onde em quase todas as questões a maioria dos respondentes afirmam que concordam totalmente com as afirmações a respeito da gestão e importância da qualidade para a empresa. Resultado considerado muito importante e positivo para a pesquisa visto a exigência e a necessidade de se trabalhar com qualidade e para a qualidade em todos os âmbitos da empresa, criando-se uma cultura de qualidade que envolva a participação de todos dentro da organização.

Mas deve-se destacar uma variação nas respostas da questão 06, sobre o conhecimento dos respondentes a respeito dos termos de Gestão da Qualidade Total, Manutenção Produtiva Total e Manutenção Centrada na Confiabilidade, onde apenas 28% afirmam concordar totalmente em conhecer os termos citados na questão da pesquisa e 29% não souberam opinar ou afirmam discordar em conhecer os termos. Esses termos considerados modernos no âmbito da qualidade, difundidos pelo mundo todo através de estudiosos do assunto, como são descritos e fundamentados no referencial teórico deste trabalho, são aplicados na empresa, mas não tão bem difundidos entre todos os empregados, através de treinamentos sobre seus princípios e fundamentos essenciais. Isso deve ser estendido não somente ao pessoal da área de manutenção, mas para todos na organização, buscando a qualidade total na realização de suas atividades.

Mesmo com um bom nível de entendimento a respeito da qualidade, suas ferramentas e sua importância para a organização, ressalta-se aqui a necessidade

de se expandir esse pensamento em prol da qualidade e suas ferramentas úteis ao desenvolvimento de todas as atividades, buscando criar cada vez mais uma cultura de qualidade e busca pela melhoria contínua.

Já com base na parte 3 da pesquisa, referente a equipes de melhoria, ficou evidenciado que, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, inúmeras variações entre as respostas obtidas, apesar de maior percentual de concordância com as afirmações. Percebe-se um aumento do número de respostas afirmando que se concorda apenas parcialmente com as afirmações em todas as questões dessa parte da pesquisa realizada, além da percepção do aumento de respostas discordantes com as afirmações em todas as questões. Isso demonstra de forma clara que nem todos na organização entendem sobre o assunto. Não concordam ou não souberam opinar sobre equipes de melhoria e resultados obtidos por estas equipes.

Essas questões levantadas nos levam a seguinte discussão: fica claro a necessidade por parte da empresa de oferecer e investir em treinamentos, transmitir melhor as informações para os empregados sobre o assunto, dar suporte para os trabalhos das equipes e difundir mais a ideia de uma cultura de qualidade, mesmo sabendo que a qualidade já está presente no dia a dia da empresa de forma bastante visível e elogiável, mas sempre se pode e deve-se melhorar. Mas também fica evidente que é necessário despertar o interesse das pessoas para a qualidade e para a participação em equipes de melhoria, sugerindo ideias que se desenvolvidas trarão impactos positivos para si próprio e para a empresa. Isso deve ser feito pelos gestores e líderes da empresa, procurando sempre despertar a motivação, criatividade, interesse e satisfação dos empregados, para que assim, novas ideias surjam em busca da qualidade.

Com base na parte 4 da pesquisa, referente a equipe de melhoria CALHA, atuante na redução da vazão da calha de dejetos da Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira-MG e nos dados levantados anteriormente, percebeu-se aqui também que, de forma geral entre todos os respondentes da pesquisa, ocorreu uma grande variação nas respostas obtidas.

Esse resultado de alto índice de discordâncias com as afirmações ou de respondentes que não souberam opinar demonstra o fato de que essa equipe de

melhoria ainda não foi muito bem difundida sobre a sua existência, principalmente para pessoas de outros setores da empresa que não sejam do setor de Operação e Beneficiamento. Mesmo neste setor ainda se observa claramente, entre os respondentes, inúmeras discordâncias.

Com essa equipe de melhoria CALHA, assim como com outras equipes existentes atualmente na empresa, ressalta-se a necessidade de divulgação e ampliação de seus trabalhos, visto que com mais pessoas sabendo da existência e importância dos trabalhos realizados, mais sugestões e apoio estas equipes receberão para atingir suas metas e objetivos em busca de melhoria contínua e qualidade.

#### 4.2.9 Análise e interpretação do resultado obtido sobre a Equipe de Melhoria CALHA para os respondentes do setor de Operação e Beneficiamento da empresa

Outra importante análise que este trabalho faz diz respeito às respostas dos questionários referentes à parte 4 da pesquisa, sobre a equipe de melhoria CALHA e seu trabalho realizado, dentro do setor de Gerência de área de Operação e Beneficiamento (GAOB), setor onde a equipe atua e objetiva a participação de todos os envolvidos.

O gráfico 15 apresentado demonstra a divisão realizada para análise dos resultados dessa parte da pesquisa com os empregados do setor de operação e beneficiamento que participaram da mesma.

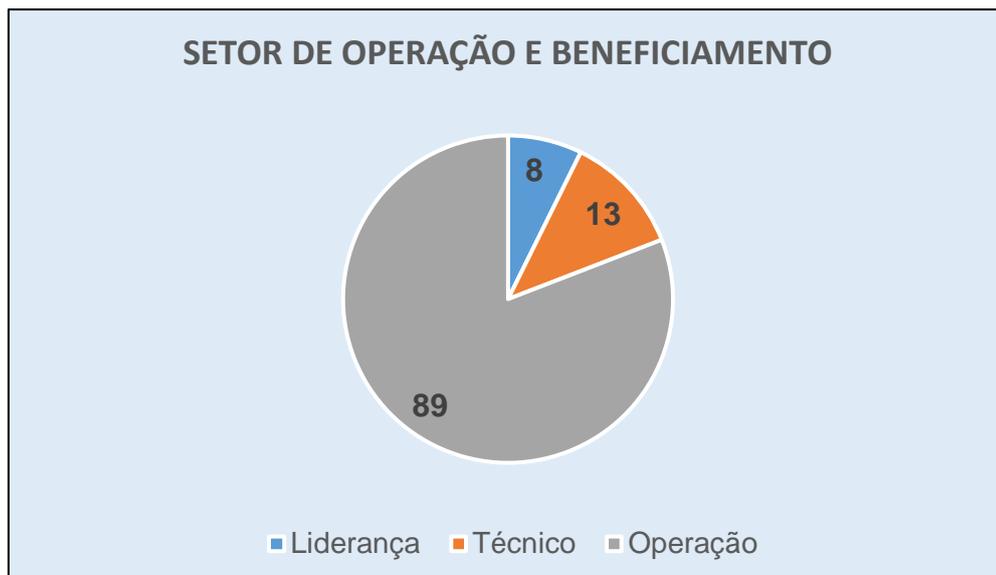


Gráfico 15 – Setor de Operação e Beneficiamento por cargo de trabalho.

Fonte: Dados da pesquisa.

Através dos gráficos apresentados a seguir serão analisadas e interpretadas cada questão dessa parte da pesquisa junto aos empregados da empresa contidos no setor de Operação e Beneficiamento, assim como através da divisão destes por função estratégica dentro desse setor de trabalho da empresa.

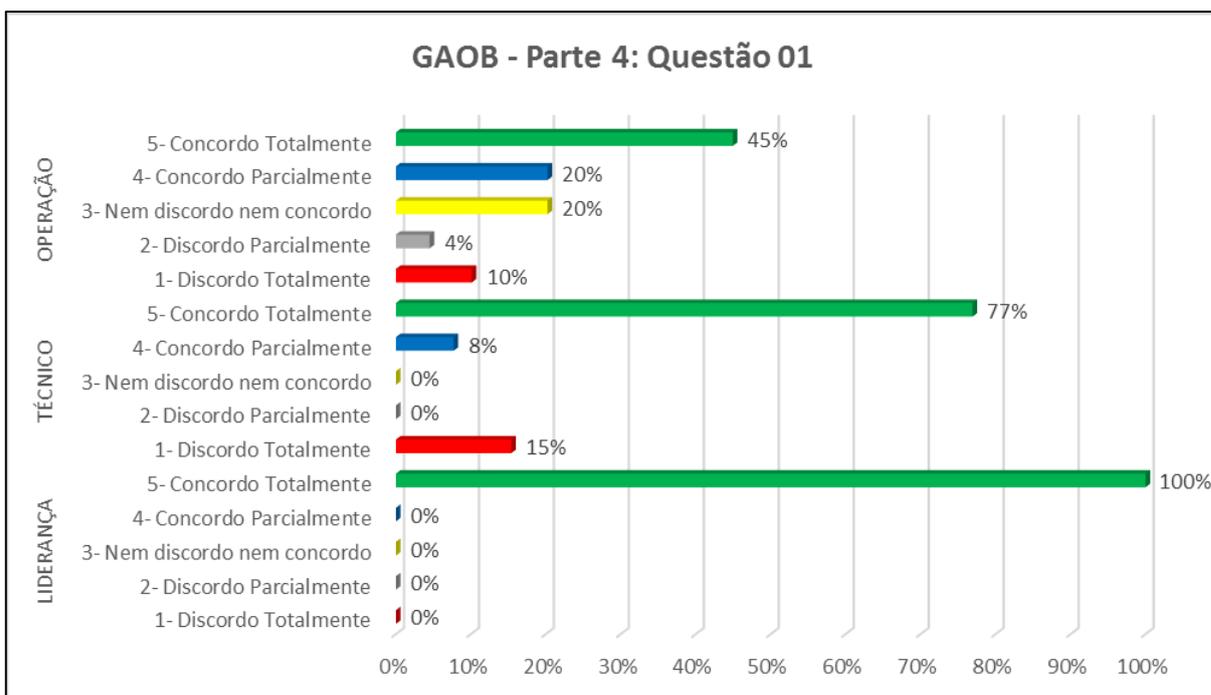


Gráfico 16 – GAOB – Parte 4: Questão 01.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base no gráfico 16 apresentado, destaca-se que, como resposta da questão 01 dessa parte da pesquisa, 100% dos líderes do setor de Operação e beneficiamento afirmam concordar totalmente com a afirmação sobre ter conhecimento da existência dessa equipe de melhoria. Já entre os técnicos pesquisados no setor, a maioria concorda totalmente com a afirmação, mas 15% dos respondentes discordam totalmente.

Entre os operadores do setor o maior percentual, de 45% de acordo com o gráfico 16, concorda totalmente com a afirmação sobre conhecer a existência da equipe CALHA, porém destaca-se que 20% dos respondentes não souberam opinar a respeito e outros 14% discordam da afirmação, sendo 10% totalmente.

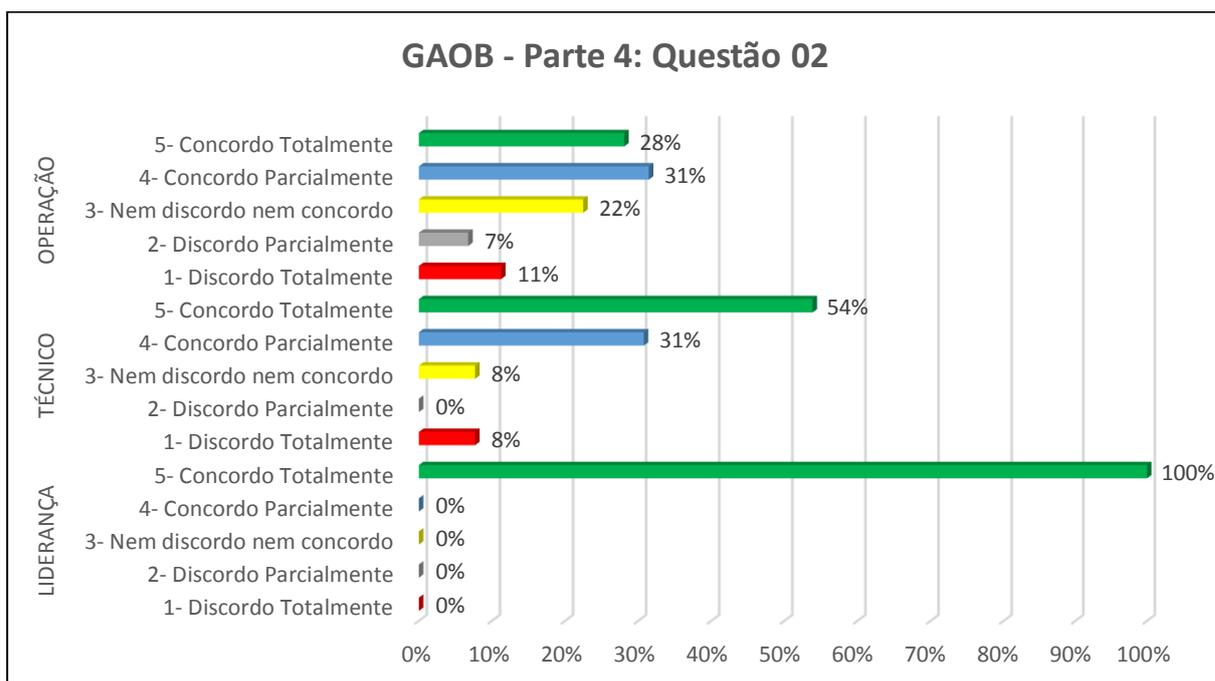


Gráfico 17 – GAOB – Parte 4: Questão 02.

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 17 apresenta os resultados para a questão 02 sobre o conhecimento do trabalho realizado pela equipe em 2014, demonstrando novamente que 100% dos líderes pesquisados concordam totalmente com a afirmação.

Já entre os técnicos pesquisados, a maioria concorda com a afirmação, sendo que 54% totalmente. Mas, ocorre que 8% não souberam opinar e outros 8% discordam da afirmação proposta na questão.

Entre os operadores ocorre uma notável divisão nas respostas, sendo que apenas 28% concordam totalmente com a afirmação e 31% parcialmente. Porém 22% não souberam opinar a respeito e 18% discordam da afirmação, sendo 11% totalmente.

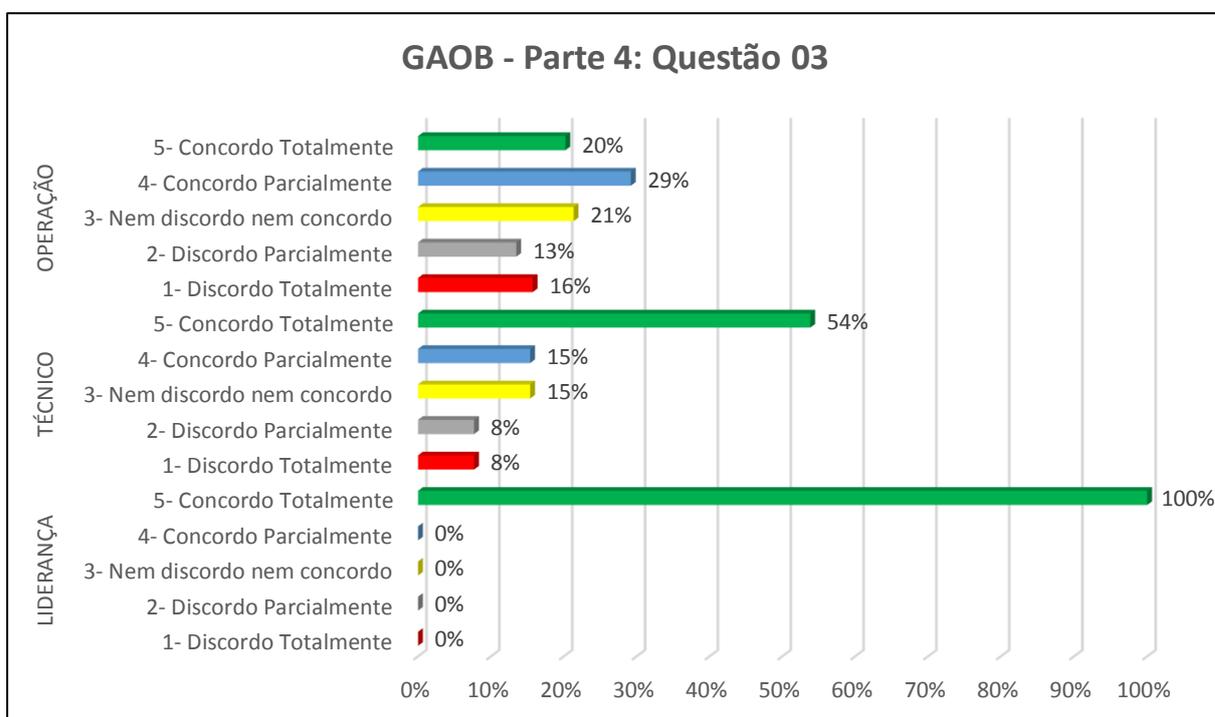


Gráfico 18 – GAOB – Parte 4: Questão 03.

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 18 apresenta os resultados para a questão 03, sobre o conhecimento a respeito das metas, objetivos e plano de ação da equipe para o ano de 2015, e demonstra novamente que 100% dos líderes pesquisados concordam totalmente com a afirmação.

Entre os técnicos pesquisados, a maioria concorda com a afirmação, sendo que 54% totalmente. Mas ocorre nessa questão que 15% não souberam opinar a respeito e outros 16% discordam da afirmação proposta.

Já entre os operadores ocorre novamente uma notável divisão nas respostas, sendo que apenas 20% concordam totalmente com a afirmação e 29% parcialmente. E 21% não soube opinar a respeito, além de outros 29% discordarem da afirmação, sendo 16% totalmente.

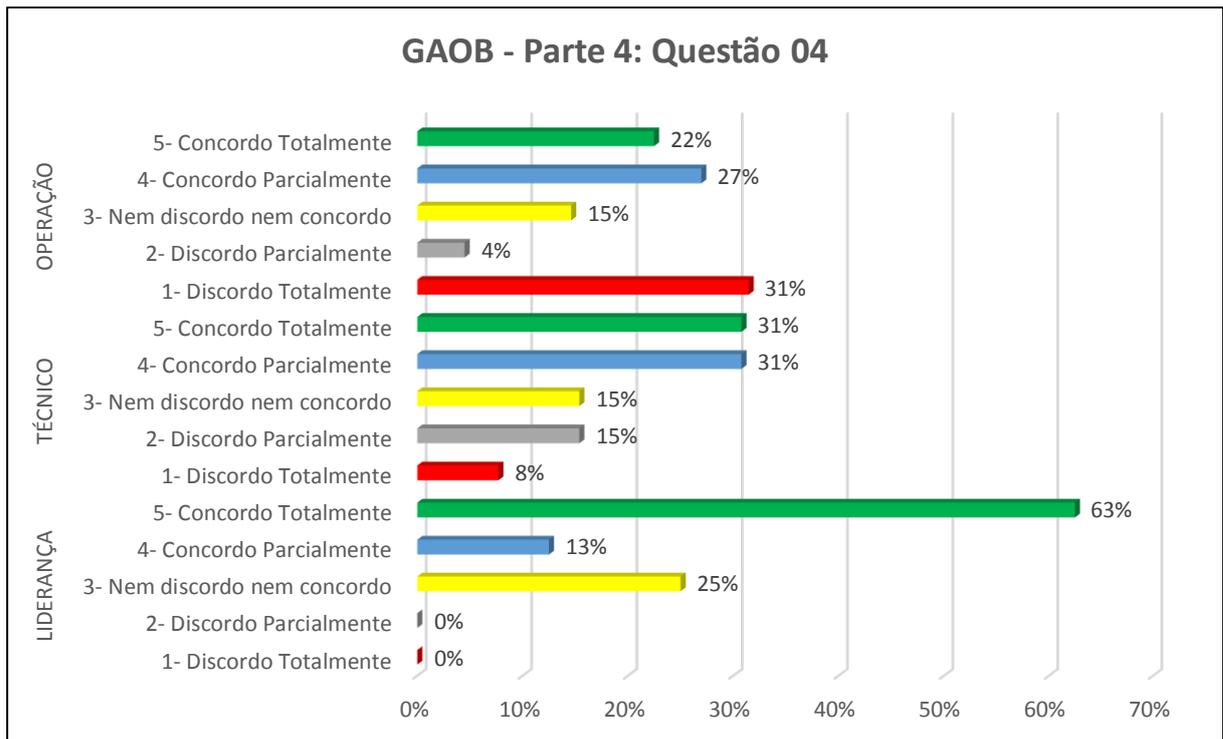


Gráfico 19 – GAOB – Parte 4: Questão 04.

Fonte: Dados da pesquisa.

No gráfico 19 apresenta-se os resultados para a questão 04, sobre a participação dos respondentes em ações da equipe de melhoria estudada, demonstrando que 63% dos líderes pesquisados concordam totalmente com a afirmação, mas 25% não souberam opinar a respeito.

Entre os técnicos pesquisados, a maioria concorda com a afirmação, sendo que 31% totalmente e 31% parcialmente. Mas ocorre nessa questão que 15% não souberam opinar a respeito e outros 23% discordam da afirmação proposta.

Já entre os operadores destaca-se que o maior percentual, de 31% de acordo com o gráfico 19, discorda totalmente da afirmação em participar de ações da equipe, além

de outros 4% discordarem parcialmente. Apenas 22% concordam totalmente com a afirmação, 27% parcialmente e 15% não soube opinar a respeito.

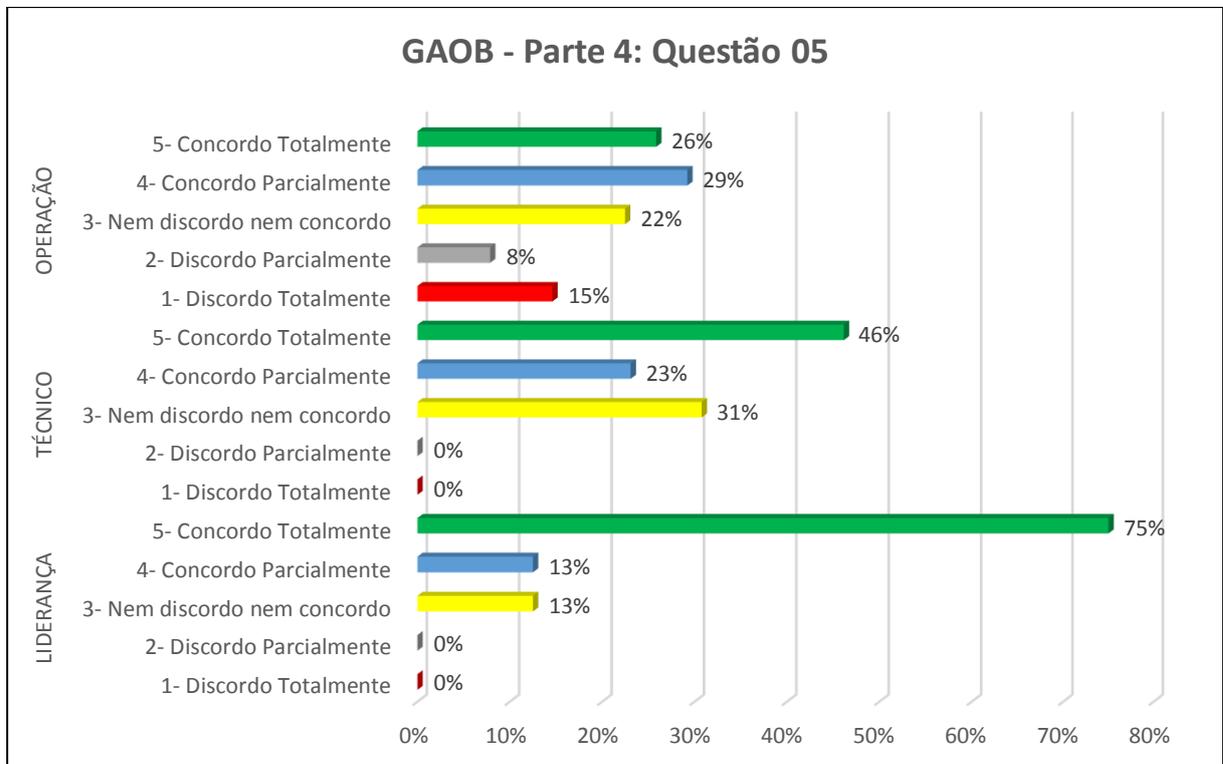


Gráfico 20 – GAOB – Parte 4: Questão 05.

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 20 demonstra os resultados referentes à questão 05, sobre o acesso a sugestões de ações para a equipe de melhoria CALHA, e destaca que 75% dos líderes pesquisados concordam totalmente com a afirmação, mas 13% não souberam opinar a respeito dessa questão.

Já entre os técnicos pesquisados, o maior percentual, de 46% conforme o gráfico 20, concordam totalmente com a afirmação e outros 23% parcialmente. Mas ocorre nessa questão um alto índice de 31% que não souberam opinar.

Entre os operadores destaca-se que a maioria concorda com a afirmação, sendo 26% totalmente e 29% parcialmente. Porém outros 22% não souberam opinar e 23% discordam de tal afirmação, sendo 15% totalmente.

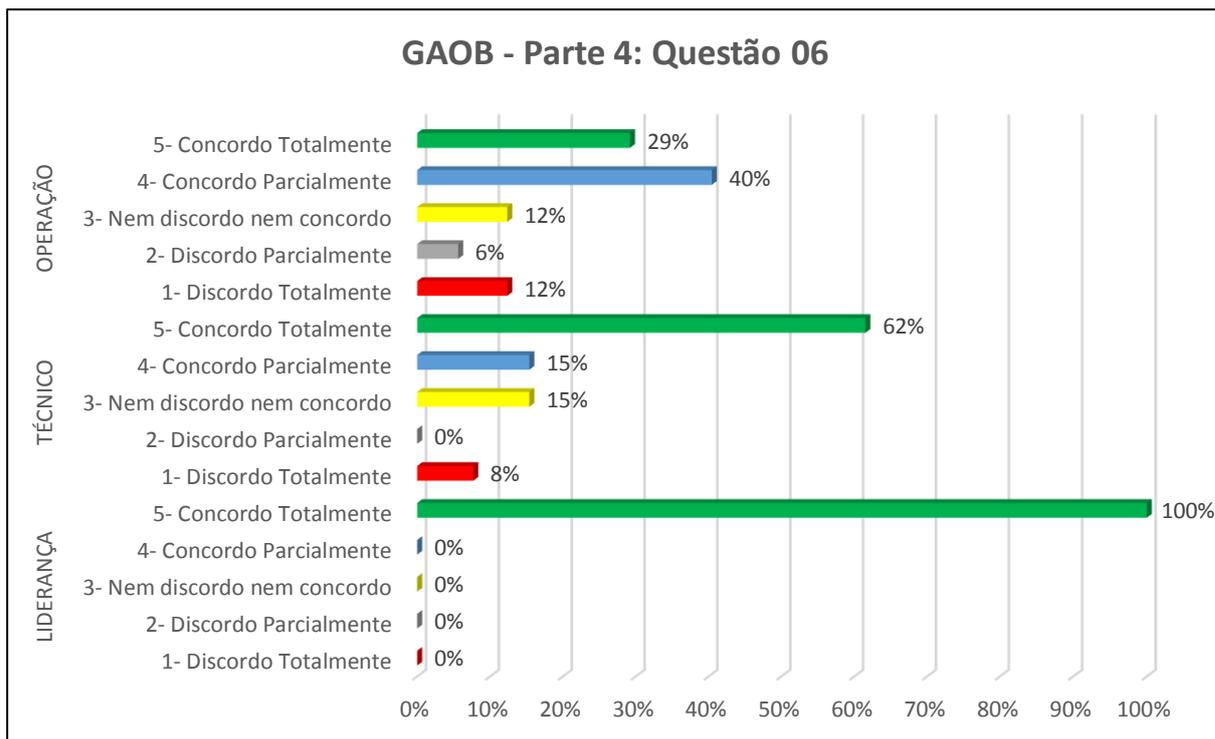


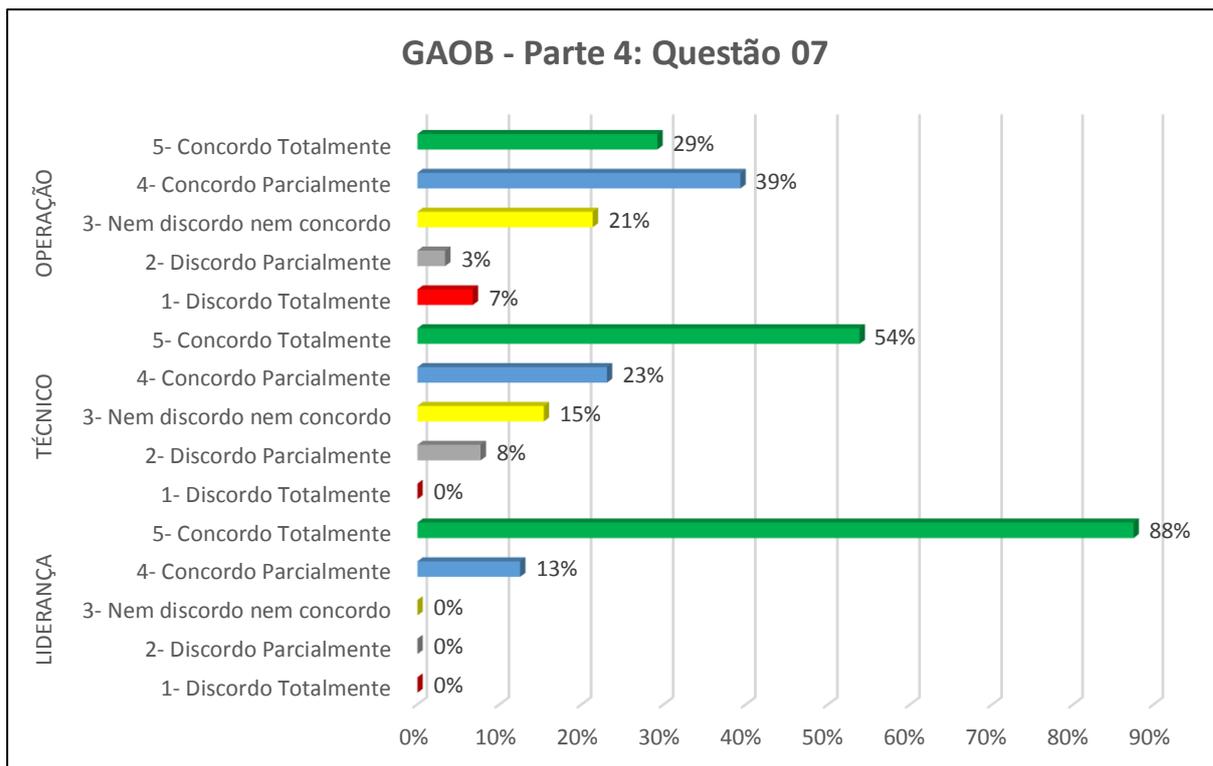
Gráfico 21 – GAOB – Parte 4: Questão 06.

Fonte: Dados da pesquisa.

Já no gráfico 21 apresentam-se os resultados para a questão 06 dessa parte da pesquisa no setor de operação e beneficiamento, sobre a visualização dos ganhos no trabalho realizado pela equipe CALHA, e demonstra-se novamente que 100% dos líderes pesquisados concordam totalmente com a afirmação.

Entre os técnicos pesquisados, a maioria concorda com a afirmação, sendo que 62% totalmente. Mas ocorre nessa questão que 15% não souberam opinar a respeito e outros 8% discordam totalmente da afirmação proposta.

Já entre os operadores ocorre novamente uma notável divisão nas respostas, sendo que apenas 29% concordam totalmente com a afirmação, mas com um índice representativo de 40% concordando parcialmente. Além de 12% que não souberam opinar a respeito e outros 18% discordarem da afirmação, sendo 12% totalmente.



*Gráfico 22 – GAOB – Parte 4: Questão 07.*

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 22 encerra essa parte da pesquisa apresentando os resultados para a questão 07 no setor de operação e beneficiamento, sobre a visualização dos ganhos no trabalho realizado pela equipe CALHA, e demonstra que 88% dos líderes pesquisados concordam totalmente com a afirmação.

Entre os técnicos pesquisados, a maioria concorda com a afirmação, sendo que 54% totalmente e 23% parcialmente. Mas também ocorre nessa questão que 15% não souberam opinar a respeito e outros 8% discordam parcialmente da afirmação proposta.

Já entre os operadores ocorre novamente uma notória divisão nas respostas, sendo que apenas 29% concordam totalmente com a afirmação, mas com um índice representativo de 39% concordando parcialmente. Além de 21% que não souberam opinar a respeito e outros 10% discordarem da afirmação, sendo 7% destes discordando totalmente.

#### 4.2.10 Discussão do resultado obtido sobre a Equipe de Melhoria CALHA para os respondentes do setor de Operação e Beneficiamento da empresa

Como apresentado e analisado anteriormente, outro importante ponto de discussão do trabalho trata-se da análise das principais influências obtidas através das respostas dos questionários referentes à parte 4 da pesquisa, sobre a equipe de melhoria CALHA e seu trabalho realizado, dentro do setor de Gerência de área de Operação e Beneficiamento (GAOB), setor onde a equipe atua e objetiva a participação de todos os envolvidos. Cerca de 65% dos respondentes da pesquisa, 110 pessoas, fazem parte desse setor, o que o torna como fundamental objeto de estudo desse trabalho.

Os gráficos 16 a 22, apresentados no capítulo anterior, buscaram analisar e interpretar os resultados obtidos através desses respondentes a respeito da equipe CALHA, para gerar discussões sobre as principais influências observadas.

Como ponto de destaque, em quase todas as questões dessa parte da pesquisa os líderes pesquisados em sua maioria absoluta concordam totalmente com as afirmações propostas. Apesar de uma redução nos índices, entre os técnicos pesquisados do setor ainda se nota um maior percentual de concordância com as afirmações. Mas entre os operadores do setor observa-se já uma considerável queda no índice de concordância com a afirmação e, conseqüentemente, aumento nos índices de discordâncias e dos que não souberam opinar.

Isso fica bastante evidente na questão 04 sobre a participação, direta ou indireta, em ações da equipe CALHA, onde ocorre queda no percentual de concordância entre os líderes e técnicos, mas, principalmente entre os operadores, onde o maior percentual afirma discordar dessa participação nas ações da equipe, mesmo trabalhando dentro da Usina de concentração, setor de atuação da equipe. Esse resultado vem, novamente, ressaltar a importância e a necessidade de ampliar a divulgação e a forma como as informações são transmitidas aos empregados, conforme comentários anteriores nessas discussões de resultados.

Destaca-se também o fato de que, a partir no início desse ano de 2015, passaram a fazer parte do setor de Operação e Beneficiamento, operadores vindos do setor de Operação de Mina, através da transferência de responsabilidade das áreas de

britagem primária e secundária de um setor para o outro. Alguns desses empregados, como componentes do setor de Operação e Beneficiamento que são agora, participaram da pesquisa respondendo o questionário estruturado. Essa participação pode ter influência direta na redução dos índices de concordância com as afirmações sobre a equipe de melhoria CALHA, visto que muitos deles não tinham ouvido falar da existência dessa equipe, o que não justifica já que esse trabalho tem demonstrado a importância e a necessidade de se ampliar a divulgação da equipe para os demais setores da empresa através de bom canal e comunicação de informações.

Detectou-se também, com a pesquisa realizada e as análises feitas e conforme o que foi discutido neste capítulo, que muitos não sabem da existência dessa equipe CALHA, mas também de outras equipes formadas dentro da empresa para solução de problemas diversos, de simples a complexos, mesmo pessoas que ocupam cargos técnicos e de liderança.

Isso reforça a falta de divulgação dos trabalhos realizados por equipes de melhoria, mas deve-se atentar também para a necessidade de um maior envolvimento e comprometimento por parte dessas lideranças junto à essas equipes, através de apoio e suporte dado para a realização de ações de melhoria. Principalmente, buscando extrair melhorias dos empregados de uma forma geral, com aumento da motivação e satisfação destes para com seus trabalhos no dia a dia e contribuição essencial para a busca da qualidade sempre dentro da organização.

#### 4.2.11 Análise e interpretação do resultado obtido com as respostas dos questionários dos membros da Equipe de Melhoria CALHA

Baseando-se nas respostas obtidas com os membros participantes da equipe foram construídos os gráficos 23, 24 e 25 para interpretação de resultados.

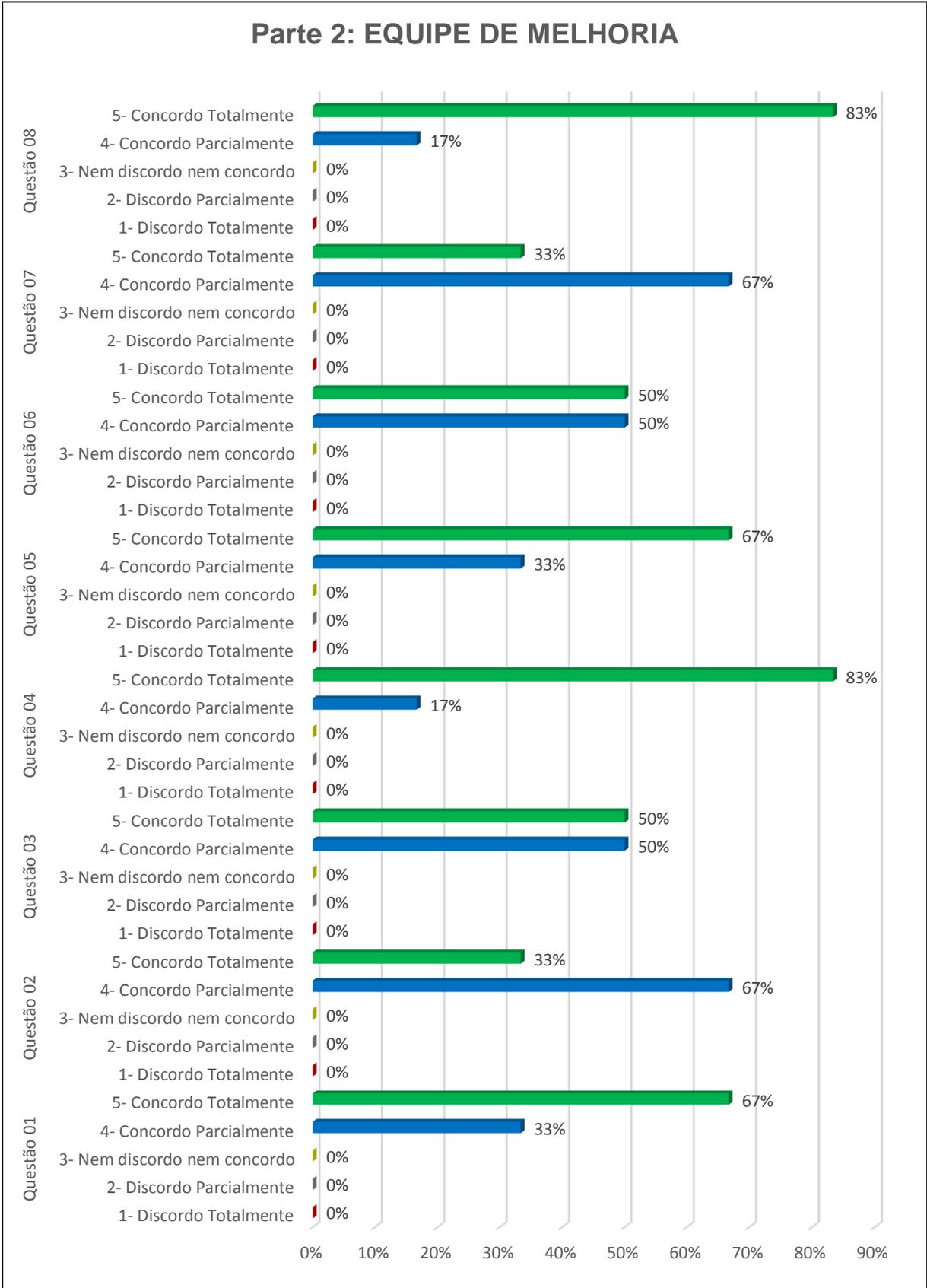


Gráfico 23 – Parte 2: Componentes da Equipe CALHA.

Fonte: Dados da pesquisa.

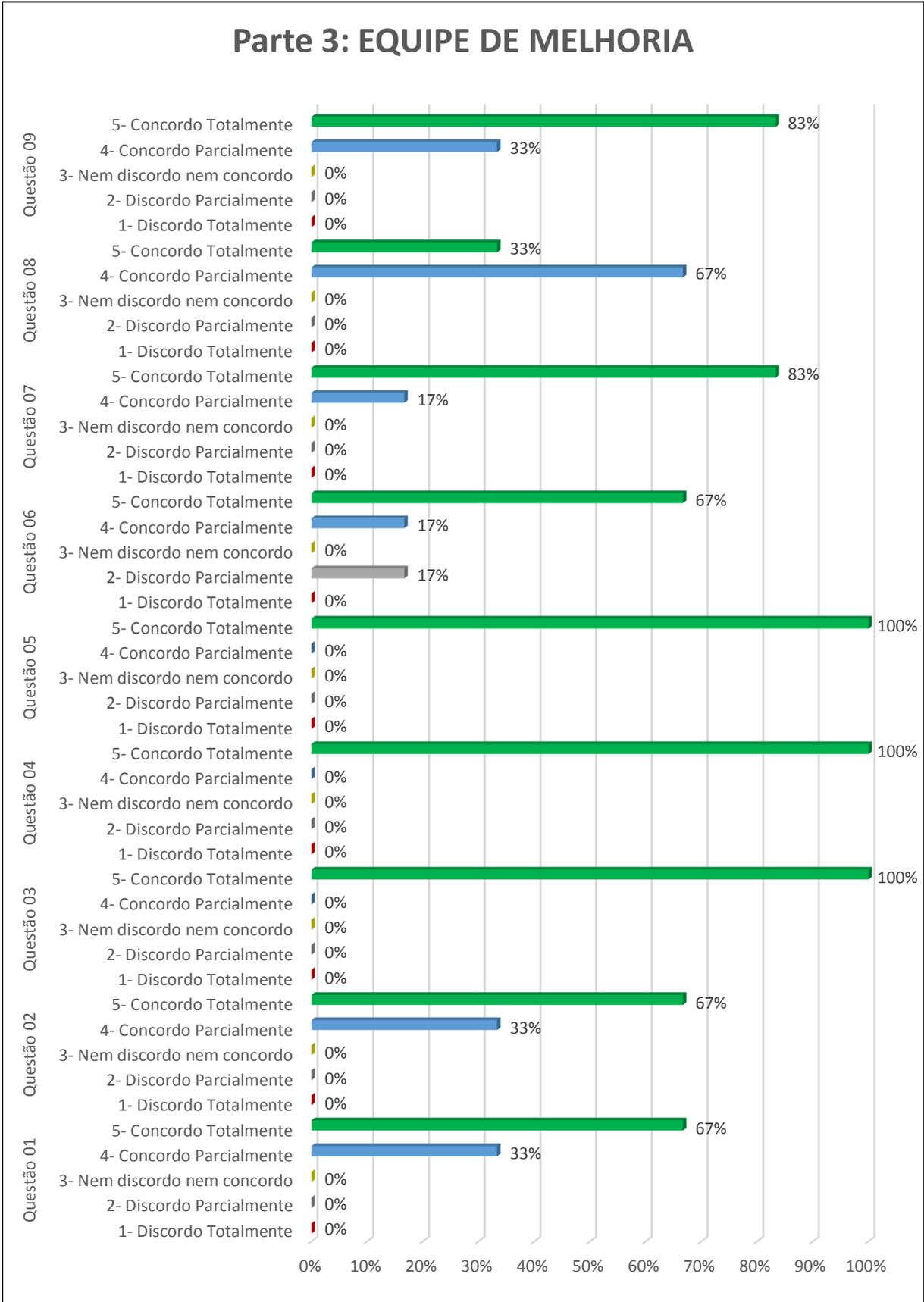


Gráfico 24 – Parte 3: Componentes da Equipe CALHA.

Fonte: Dados da pesquisa.

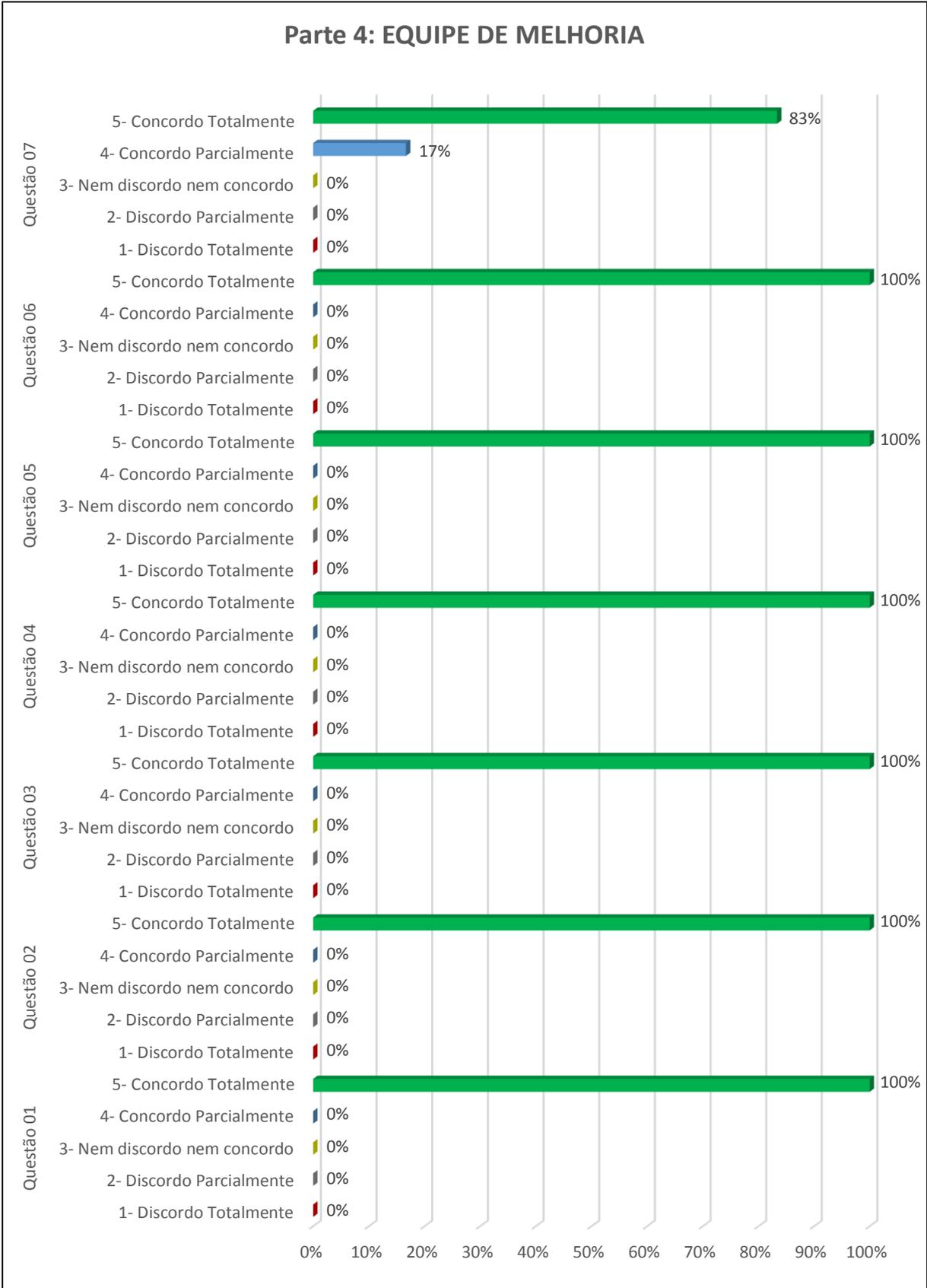


Gráfico 25 – Parte 4: Componentes da Equipe CALHA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Baseando-se nos gráficos 23, 24 e 25 apresentados pode-se destacar uma predominância muito grande de maior percentual de concordância total com as afirmações propostas no questionário. Isso fica bastante evidenciado nas respostas desses componentes com relação à parte 4 da pesquisa, sobre a equipe CALHA de qual fazem parte e seus trabalhos realizados e perspectivas.

Em se tratando da parte 2 da pesquisa, sobre gestão da qualidade e seus termos comuns, as respostas dos membros apresentam concordância com as afirmações propostas, porém já com uma divisão entre concordar totalmente e parcialmente com estas afirmações.

Na parte 3 da pesquisa, sobre equipes de melhoria, treinamentos e participação nas mesmas, observa-se também em algumas questões uma divisão nas respostas entre concordância total e parcial com as afirmações. Destaca-se também na questão 06 uma concordância parcial obtida com essas respostas entre os membros da equipe de melhoria.

#### 4.2.12 Discussão do resultado obtido com as respostas dos questionários dos membros da Equipe de Melhoria CALHA

Com base nos resultados apresentados com as respostas obtidas com os membros participantes da equipe de melhoria CALHA e através de análise e interpretação dos gráficos 23, 24 e 25, destaca-se uma predominância muito grande de maior percentual de concordância total com as afirmações propostas no questionário.

Isso fica bastante evidenciado nas respostas desses componentes com relação à parte 4 da pesquisa, sobre a equipe CALHA de qual fazem parte e seus trabalhos realizados e perspectivas, o que era perfeitamente esperado por essa pesquisa. Já em se tratando da parte 2 da pesquisa, sobre gestão da qualidade e seus termos comuns, as respostas dos membros apresentam concordância com as afirmações propostas, porém já com uma divisão entre concordar totalmente e parcialmente com estas afirmações. E na parte 3 da pesquisa, sobre equipes de melhoria, treinamentos e participação nas mesmas, observa-se também em algumas questões uma divisão nas respostas entre concordância total e parcial com as afirmações.

Destaca-se também na questão 06 uma discordância parcial obtida com essas respostas entre os membros da equipe de melhoria.

Baseado nos resultados obtidos por essa equipe citados anteriormente neste trabalho e somados aos resultados obtidos com os membros da equipe no questionário estruturado, ressalta-se de forma bastante positiva a importância da aplicação de ferramentas da qualidade e do conhecimento sobre a qualidade e suas nuances para a realização de trabalhos de solução de problemas existentes no dia a dia das atividades de operação e processo em uma Usina de beneficiamento de minérios. As influências são positivas quando se compara resultados obtidos através do conhecimento sobre a aplicação de ferramentas da qualidade.

Mas também devem-se destacar as dúvidas e variações existentes nas respostas, o que confirma a necessidade de se aprimorar continuamente as pessoas, através de estudos por parte destas e através de treinamentos por parte da empresa, sabendo que sempre é possível aprender mais para desempenhar melhor suas atividades, num caminho em busca de qualidade.

#### 4.2.13 Resultados da Equipe CALHA

Por meio de pesquisa documental foi possível coletar informações sobre os resultados anteriores. Assim sendo, baseado no desenvolvimento do ciclo PDCA, detalha-se neste capítulo os resultados obtidos pela equipe de melhoria CALHA no ano de 2014 e o andamento das atividades e ações para o ano de 2015, como parte das análises e interpretações de resultados obtidos para essa presente pesquisa.

Dentro da terceira etapa do PDCA, a etapa de verificação de resultados das ações executadas, destacam-se os resultados alcançados, conforme indicador de desempenho mostrado na figura 27 a seguir. Nota-se claramente uma considerável redução dos valores de perdas por vazão ( $m^3/h$ ) da calha de dejetos da Usina de Concentração a partir do mês de setembro de 2014, demonstrando resultado de alguma das ações realizadas pela equipe de melhoria junto ao pessoal envolvido nas áreas de abrangência do trabalho e do problema estudado.

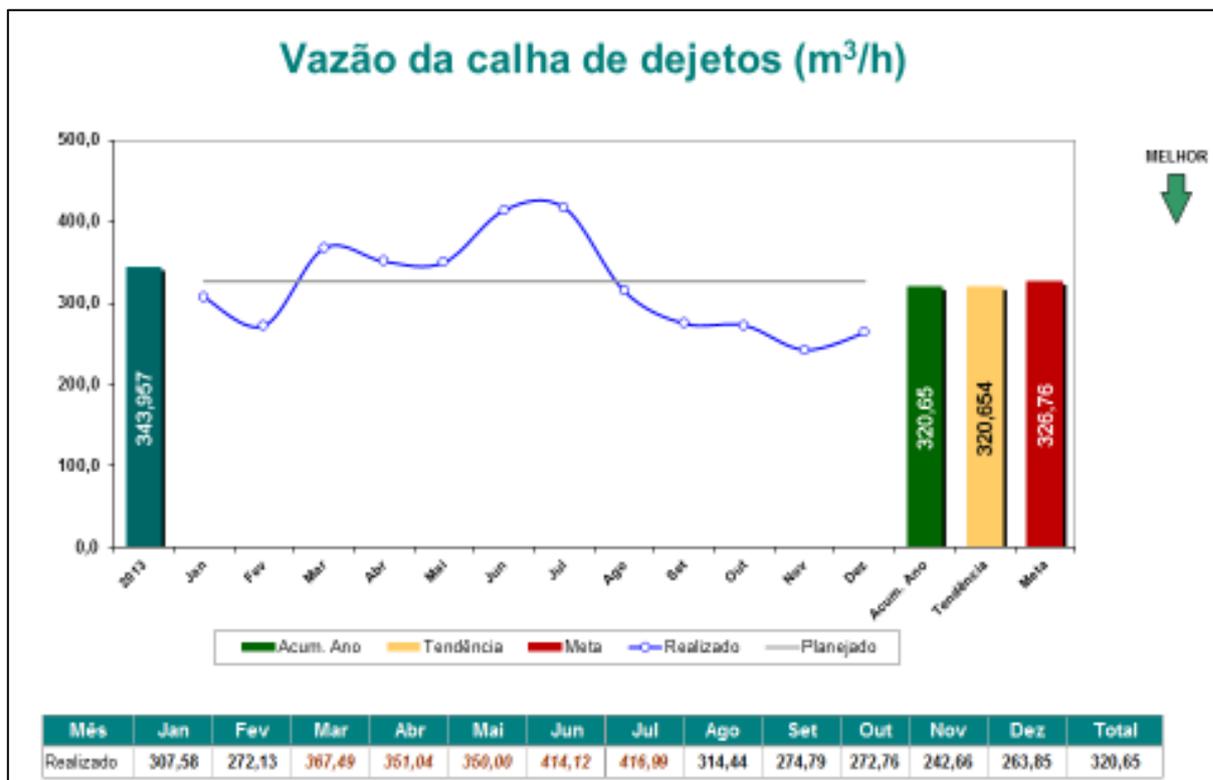


Figura 27 – Indicador da Vazão da calha de dejetos (m<sup>3</sup>/h) final.

Fonte: Apresentação GERROT de dezembro de 2014.

A Tabela 31 a seguir detalha a memória de cálculo para obtenção do valor da redução obtida no ano de 2014.

Tabela 31 – Memória de cálculo da redução da vazão da calha de dejetos em 2014

VAZÃO 2013 (m <sup>3</sup> /h)	VAZÃO 2014 (m <sup>3</sup> /h)	REDUÇÃO DA VAZÃO		
		m <sup>3</sup> /hora	m <sup>3</sup> /dia	m <sup>3</sup> /ano
343,957	<b>320,654</b>	23,303	559,272	<b>204134,28</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A meta de 2014 foi atingida com sucesso, conforme os resultados demonstram. Ocorreu uma redução de **6,77% (204.134,28m<sup>3</sup>)** do volume de dejetos industriais enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2) em relação ao ano anterior.

Apesar de não mensuráveis devido às características dos dejetos, constata-se que ocorre significativa redução de movimentação de material da barragem de dejetos,

aumento da vida útil da barragem, redução de consumo de água, redução de energia consumida e aumento de produção, visto a redução de perdas no processo e economias geradas.

Destaca-se também que algumas ações levantadas no plano de ação da equipe não foram realizadas, por isso foram transferidas para o novo plano de ação da equipe, referente aos objetivos e metas para o ano de 2015, atuando sobre o mesmo problema que tem sido estudado.

A última etapa do PDCA, etapa caracterizada pelo processo de padronização das ações executadas, cuja eficácia foi verificada na etapa anterior, objetivando a melhoria contínua. É onde se realiza a análise crítica do ciclo e se estabelece um plano de ação para implementações de ações que devam ser tomadas após as conclusões obtidas com o estudo do ciclo.

Dentre as padronizações já implementadas pela equipe baseada em ações executadas destacam-se as seguintes:

- Implementação do Controle diário da vazão da Calha de dejetos;
- Implantação de registro no Relatório da Supervisão referentes ao valor médio da vazão da calha de dejetos do turno e o acumulado do mês.

A figura 28 demonstra parte da padronização obtida com o monitoramento através do Controle diário da vazão da calha de dejetos, que tem sido utilizado como parâmetro de acompanhamento dos resultados.

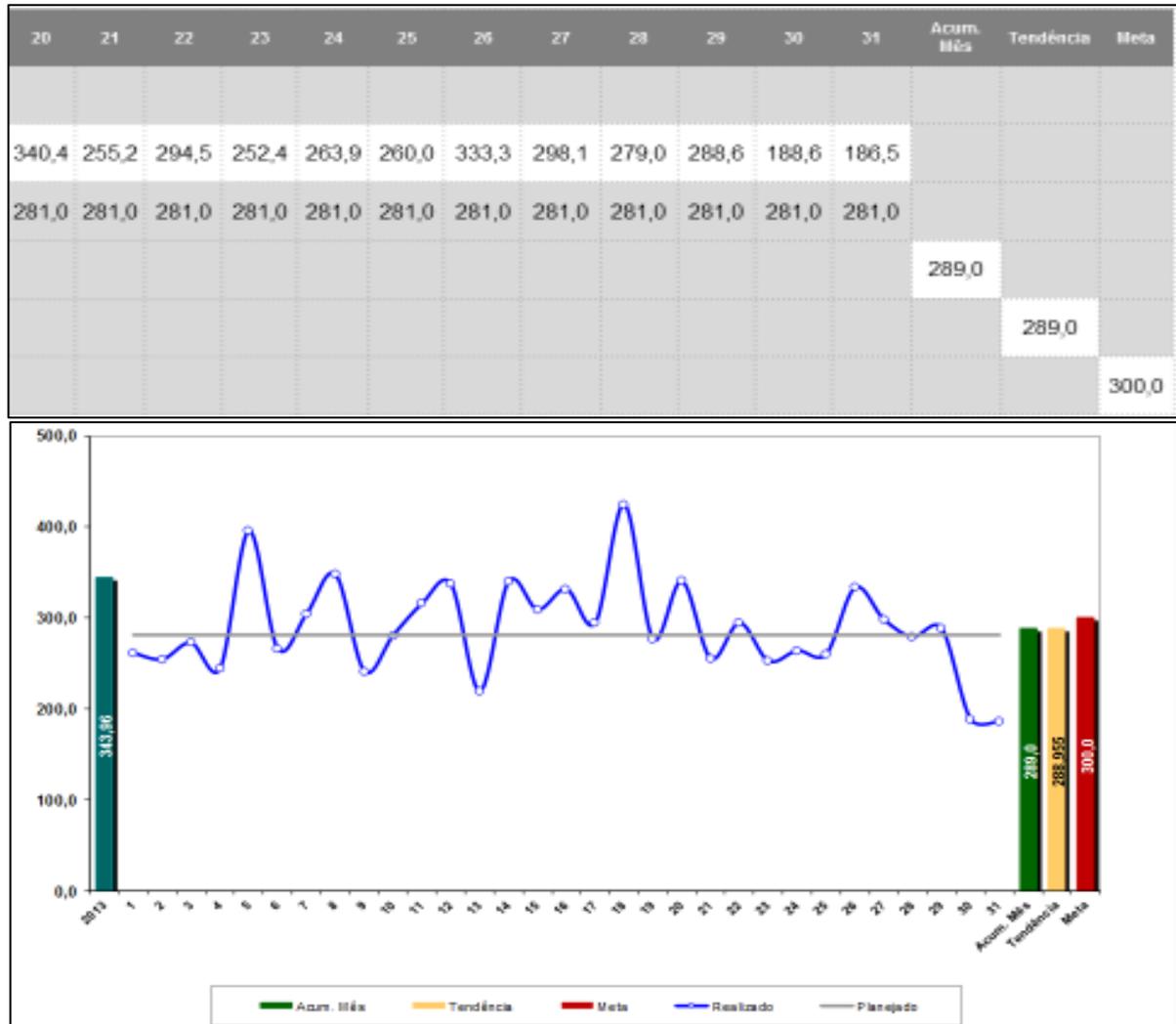


Figura 28 – Controle diário da vazão da Calha de dejetos.

Fonte: Apresentação II Seminário de Melhoria Contínua, 06 de fev. 2015.

#### Plano de Ação da Equipe para 2015:

A equipe CALHA, com a mesma formação original, segue trabalhando para redução do volume de dejetos industriais, em  $m^3/h$ , enviados para a Barragem de Dejetos. Para o ano de 2015, estabeleceu-se o mesmo objetivo e meta: “Redução em 5% do volume horário ( $m^3/h$ ) de dejetos industriais enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2) durante o ano, em relação ao resultado obtido no ano anterior”. Meta desafiadora tendo em vista que a redução que 6,77% do ano anterior, estabelece uma meta bem abaixo para esse ano.

Seguindo a metodologia do PDCA e baseado em uma série de ações não executadas, estabeleceu-se um novo Plano de ação para a equipe em 2015, com diversas ações, dentre as quais se destacam:

1. Reorientação e conscientização dos trabalhadores envolvidos diretamente no processo produtivo (Supervisores, técnicos, operadores de Sala de Controle e das áreas).
2. Reorientação e conscientização dos trabalhadores envolvidos na limpeza das áreas industriais, empresa terceira.
3. Criar procedimento padrão de aferição e plano de inspeção do instrumento de medição de vazão da calha de dejetos.
4. Monitorar acompanhamento diário da média da calha de dejetos
5. Operacionalizar a Gestão de vazamento evidenciando evolução.
6. Realizar levantamento das principais bombas com perdas de água nos trocadores de calor para as canaletas da Usina e calcular perda por vazão desses pontos.
7. Estudar alternativas para reaproveitamento de água nos trocadores de calor das bombas levantadas.
8. Revisar sistema de água do retorno de limpeza dos transportadores na moagem granulado.
9. Estudar possibilidade de reaproveitamento da água das chuvas dentro da Usina.
10. Avaliar cada bomba com frequência de sobras na Usina.
11. Reorientação da Supervisão quanto aos registros em relatório das vazões do turno e média mês da calha de dejetos, assim como das observações pertinentes.
12. Instalar controle de nível eficaz na Torre de Resfriamento, além de medir a vazão de perdas de água nesse local.

O trabalho da equipe em 2015 encontra-se, no momento, na fase de execução de ações. E, como parte do monitoramento do problema, a figura 29 demonstra como está a situação atual da vazão da calha de dejetos em 2015.

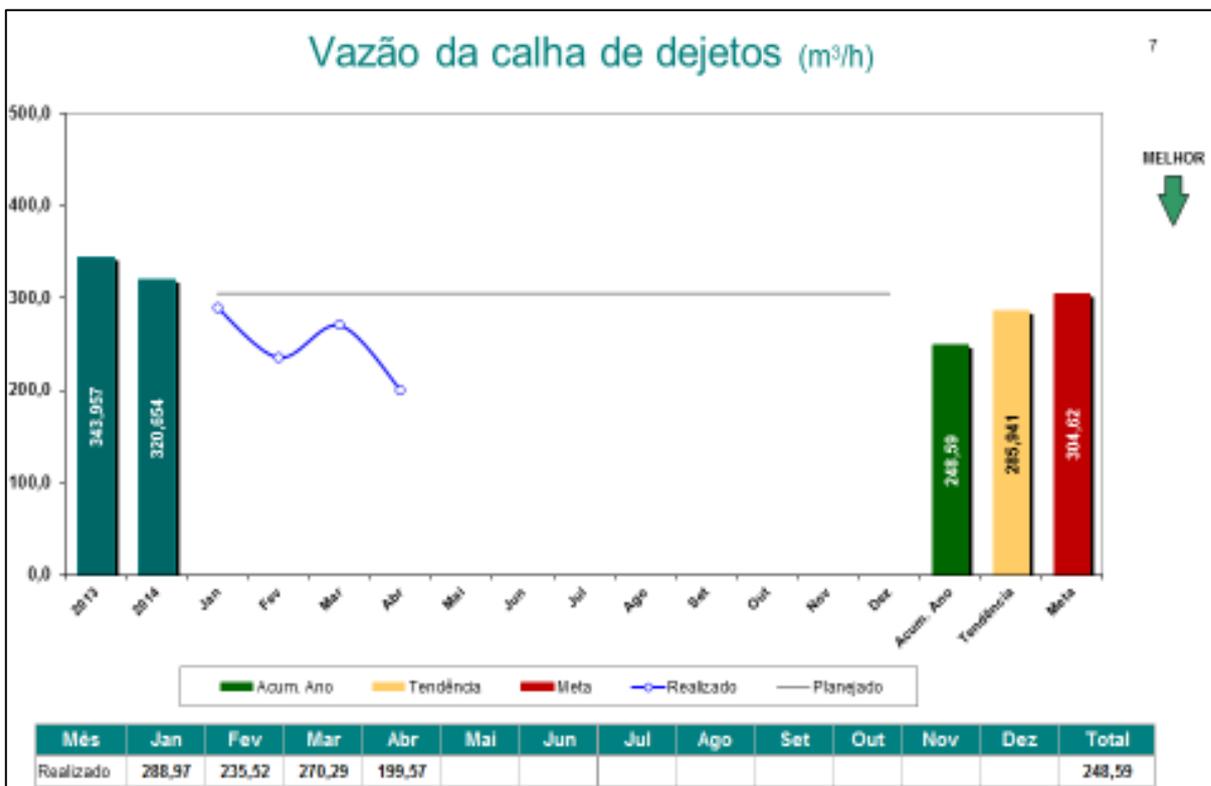


Figura 29 – Indicador da Vazão da calha de dejetos (m<sup>3</sup>/h) 2015.

Fonte: Apresentação GERROT de abril de 2015.

Situação bastante favorável para o cumprimento das metas estabelecidas, mas ressaltar-se a importância de se continuar a execução das ações para busca constante da melhoria.

#### 4.2.14 Discussão dos resultados da Equipe CALHA

Os resultados obtidos pela equipe no ano de 2014, conforme apresentados no capítulo anterior, com uma considerável redução dos valores de perdas por vazão (m<sup>3</sup>/h) da calha de dejetos da Usina de Concentração a partir do mês de setembro de 2014, quando a equipe foi criada e começou a desenvolver suas atividades, demonstrando resultado de alguma das ações realizadas pela equipe de melhoria junto ao pessoal envolvido nas áreas de abrangência do trabalho e do problema estudado.

A meta de 2014 foi atingida com sucesso, conforme os resultados demonstram. Ocorreu uma redução de 6,77% (204.134,28m<sup>3</sup>) do volume de dejetos industriais enviados para a Barragem de Dejetos (BD-2) em relação ao ano anterior, além de uma significativa

redução de movimentação de material da barragem de dejetos, aumento da vida útil da barragem, redução de consumo de água, redução de energia consumida e aumento de produção, visto a redução de perdas no processo e economias geradas. Esses resultados demonstram a importância da aplicação de ferramentas da qualidade, no caso o ciclo PDCA através dessa equipe de melhoria, para a resolução de problemas dentro de uma Usina de beneficiamento de minérios.

Mas deve-se destacar que, como estudado anteriormente, o ciclo PDCA exige que as atividades e ações continuem a ser desenvolvidas através de verificação e padronização periódicas. Como visto que algumas ações não foram executadas pela equipe de melhoria no ano de 2014, somadas à novas ações para o ano de 2015, fica claro a necessidade de envolvimento, participação e comprometimento dos membros dessa equipe de melhoria junto às pessoas da área de abrangência do trabalho, para que se tenha continuidade e manutenção dos resultados já obtidos e para que a meta desafiadora estabelecida para esse ano seja cumprida.

Mesmo com uma situação considerada favorável para o cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos, ressalta-se a importância de se continuar a execução das ações para a redução de perdas e busca constante da melhoria contínua.

Comparando-se os resultados obtidos através da análise documental a respeito do trabalho da equipe CALHA e os resultados obtidos com os questionários estruturados junto aos membros da equipe e aos empregados da empresa, observou-se diversas influências e percebeu-se a necessidade de se aprimorar a aplicação de ferramentas da gestão da qualidade na rotina de trabalho dos trabalhadores através de treinamentos e orientação. Com uma cultura de qualidade criada através desses treinamentos e orientações e com a disseminação de equipes de melhoria atuando em problemas cotidianos, a empresa obter ganhos com empregados engajados e comprometidos em prol da qualidade.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nos dias atuais, como apresentado neste trabalho, é de suma importância uma boa gestão da qualidade de produtos e serviços para que uma empresa consiga sobreviver ao mercado cada vez mais competitivo e exigente. A complexidade demonstrada de uma Usina de beneficiamento de minérios reforça a exigência de qualidade, onde as áreas de operação, processo, manutenção e gestão da qualidade devem trabalhar juntas sempre em busca do aprimoramento e da melhoria contínua, através da aplicação de ferramentas da qualidade e de uma boa gestão dessa qualidade.

O desenvolvimento do trabalho, realizado de acordo com os objetivos específicos traçados, obteve êxito ao investigar por meio de pesquisa documental, os resultados anteriores obtidos pela empresa sobre a utilização das ferramentas da qualidade comparando-os com os resultados obtidos na pesquisa, no caso, os resultados obtidos pela equipe de melhoria CALHA, que atua na redução da vazão de dejetos industriais da Usina de Concentração da Vale Fertilizantes de Tapira-MG enviados para a Barragem de dejetos (BD-2).

A aplicação e planilhamento de questionário estruturado com os participantes da equipe de melhoria e com os empregados da empresa conseguiu de fato gerar observações, sob a ótica destes empregados, de quais os principais pontos comuns e pontos divergentes do trabalho desenvolvido na empresa com a utilização das ferramentas da qualidade. Através da análise, interpretação e comparação dos dados coletados via pesquisa documental com os obtidos por meio do questionário estruturado, foi evidenciando as tendências nas respostas, para a definição das discussões e conclusões do trabalho.

As principais limitações para a realização deste trabalho situam-se na falta de tempo para realizar a pesquisa e investigar outras influências, além das dificuldades enfrentadas na aplicação do questionário estruturado como: acesso aos empregados para aplicação do questionário, retorno de questionários devidamente preenchidos e tempo dedicado dentro da empresa para execução de tal atividade.

Conclui-se que o trabalho de pesquisa realizado para a coleta de dados, baseado em uma triangulação de dados que continha a análise documental a respeito das

áreas da empresa Vale Fertilizantes onde a pesquisa foi realizada e sobre o trabalho desenvolvido pela equipe de melhoria CALHA, um dos objetos de estudo deste trabalho; observação não participante do pesquisador e aplicação de questionário estruturado com a equipe de melhoria e com os empregados da área de abrangência selecionada, obteve resultados satisfatórios de acordo com os objetivos propostos para a realização desse trabalho de pesquisa, demonstrando diversas influências da aplicação de ferramentas da qualidade inseridas na rotina de operação e processo na Usina de beneficiamento da Vale Fertilizantes do município de Tapira-MG.

A aplicação do questionário estruturado e a apresentação dos resultados trouxeram diversas tendências e influências para análise, interpretação e discussão.

Um ótimo nível de entendimento a respeito da qualidade, suas ferramentas e sua importância para a organização foi apresentado com os resultados dos questionários aplicados junto aos empregados. Resultado considerado importante e positivo para a pesquisa, haja vista a exigência e a necessidade de se trabalhar com qualidade e para a qualidade em todos os âmbitos da empresa, criando-se uma cultura de qualidade em envolva a participação de todos dentro da organização. Mas termos modernos no âmbito da qualidade, como Gestão da Qualidade Total, Manutenção Produtiva Total e Manutenção Centrada na Confiabilidade, não são bem conhecidos e não estão bem difundidos entre todos os empregados. Recomenda-se, então, a necessidade de investir em treinamentos sobre princípios e fundamentos essenciais da qualidade e suas ferramentas úteis ao desenvolvimento de todas as atividades, buscando criar cada vez mais uma cultura de qualidade e busca sempre pela melhoria contínua.

Outro interessante dado revelado pelo trabalho alerta a necessidade de se difundir melhor a qualidade, por parte da empresa, na área e com as pessoas da manutenção, visto a importância crucial desse setor para o desenvolvimento e crescimento da organização e importância essencial para a operação de uma Usina de beneficiamento de minérios, com continuidade operacional e para cumprimento de metas e objetivos estabelecidos. Essa ampliação de conhecimentos sobre qualidade deve atingir a todos, não somente ao pessoal da área de manutenção, que de acordo com os resultados apresentaram menores índices de conhecimento a respeito de qualidade, buscando a qualidade total na realização de suas atividades.

Sobre equipes de melhoria e seus trabalhos desenvolvidos junto à empresa, os resultados demonstraram a necessidade, por parte da empresa, de oferecer e investir em treinamentos, transmitir melhor as informações para os empregados, dar suporte para os trabalhos das equipes e difundir mais a ideia de uma cultura de qualidade, mesmo sabendo que a qualidade já está presente no dia a dia da empresa de forma bastante visível e elogiável, mas sempre se pode e deve-se melhorar. Outro destaque para conclusão situa-se na evidente necessidade de se despertar o interesse das pessoas para a qualidade e para a participação em equipes de melhoria, sugerindo ideias que se desenvolvidas trarão impactos positivos para si próprio e para a empresa. Isso deve ser feito pelos gestores e líderes da empresa, procurando sempre despertar a motivação, criatividade, interesse e satisfação dos empregados, para que assim, novas ideias surjam em busca da qualidade.

Foi também observado que a maioria dos respondentes concordaria em participar de equipes de melhoria dentro da empresa, porém apenas uma minoria já participou ou participa de tais equipes. Com isso, ressalta-se com essa importante evidência a necessidade e importância de se criar mais equipes para difundir os conceitos de melhoria contínua e de qualidade dentro da empresa, para resolver através de ferramentas da qualidade problemas, desde os mais simples aos mais complexos, mas sempre com a participação das pessoas envolvidas diretamente nessas atividades.

O alto índice observado de desconhecimento por parte dos respondentes sobre a existência da equipe CALHA e referente ao trabalho atual e já realizado por essa equipe de melhoria, assim como seus objetivos, metas, plano de ações, ganhos e desafios. Isso ocorre mesmo no setor de Operação e Beneficiamento, demonstrando assim, a necessidade de se ampliar a divulgação do trabalho da equipe, não só dentro do setor de Operação e Beneficiamento, mas principalmente nos outros setores como o de manutenção, que tem membros participantes da equipe e que, juntamente com os demais empregados da área de manutenção, podem contribuir significativamente para a redução de perdas, realização e sugestão de ações para a equipe e obtenção da manutenção e melhoria contínua dos resultados da equipe de melhoria CALHA.

A pesquisa comprova a necessidade não só para a equipe CALHA, assim como com outras equipes existentes atualmente na empresa, de melhor divulgação e ampliação de seus trabalhos. Mas também se percebe que a comunicação e a orientação sobre o trabalho da equipe já atingiram uma boa parte dos líderes e vai decaindo o índice quanto aos técnicos, vindo a diminuir mais no pessoal de operação, manutenção e apoio. Com isso pode-se questionar a forma de divulgação, porque fica claro que muitos dos líderes sabem da existência e dos trabalhos realizados, objetivos, metas e desafios da equipe CALHA, mas não estão repassando devidamente às suas equipes de trabalho, de forma eficiente para que se atinja uma ampla divulgação e participação. É necessário investir em uma melhor forma de divulgação e orientação dessas pessoas, principalmente no âmbito de operação e manutenção, buscando participação e comprometimento dessas pessoas com o trabalho da equipe, e ganhando sugestões e criatividade para a execução de ações com pessoas que trabalham diretamente dentro da Usina e têm muito a contribuir com esse trabalho da equipe e com muitos outros trabalhos.

Em todas as etapas do questionário estruturado aplicado é observado que, à medida que se desce o nível hierárquico na organização, dos líderes até os operadores e mantenedores, é verificada a diminuição considerável nos índices de concordância com as afirmações e o surgimento de discordâncias e de respondentes que não souberam opinar a respeito. Apesar de ser normal que isso aconteça, deve-se atentar para o fato de que, quando uma empresa busca sucesso com a qualidade total de seu negócio, é preciso investir para que todos da organização, sem exceções e independente no nível hierárquico e função estratégica, estejam devidamente engajados e comprometidos com a causa da qualidade e participando do processo de obtenção e manutenção dessa almejada qualidade.

Conforme os resultados alcançados pelas ações da equipe CALHA no ano de 2014 e nas respostas obtidas nos questionários com os membros da equipe de melhoria, avalia-se positivamente a importância da aplicação de ferramentas da qualidade e do conhecimento sobre a qualidade e suas nuances para a realização de trabalhos de solução de problemas existentes no dia a dia das atividades de operação e processo em uma Usina de beneficiamento de minérios. As influências são consideradas positivas quando se compara resultados obtidos através do conhecimento sobre a aplicação de ferramentas da qualidade.

Mesmo com uma situação considerada favorável para o cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos, é importante ressaltar a necessidade de se aprimorar continuamente as pessoas, através de estudos por parte destas e através de treinamentos por parte da

empresa, sabendo que sempre é possível aprender mais para desempenhar melhor suas atividades, num caminho em busca de qualidade.

Na comparação dos resultados obtidos através da análise documental com os resultados obtidos com os questionários estruturados junto aos membros da equipe e aos empregados da empresa, observou-se diversas influências e percebeu-se a necessidade de se aprimorar a aplicação de ferramentas da gestão da qualidade na rotina de trabalho dos trabalhadores através de treinamentos e orientação. Com uma cultura de qualidade criada através desses treinamentos e orientações e com a disseminação de equipes de melhoria atuando em problemas cotidianos, a empresa obter ganhos com empregados engajados e comprometidos em prol da qualidade.

Como visto, a pesquisa realizada trouxe diversas discussões pertinentes ao trabalho sobre as influências das ferramentas de gestão da qualidade inseridas na rotina de operação e processo na Usina de beneficiamento de minérios da Vale Fertilizantes do município de Tapira - MG, sob a ótica dos empregados da empresa, que são o maior valor de uma organização e quem certamente determina os rumos que a empresa vai alcançar. Analisando, interpretando e discutindo essas influências, através da pesquisa realizada, este trabalho atingiu completamente seu objetivo principal, através dos seus objetivos específicos propostos, demonstrando, principalmente, a importância da gestão da qualidade, alinhada a um envolvimento, comprometimento e participação de todos os empregados, para aprimoramento através de melhoria contínua e obtenção da qualidade para a sobrevivência da empresa no mercado atual.

Enfim, o presente trabalho de pesquisa tem um caráter estritamente acadêmico, sendo limitado ao que se propôs desde seus objetivos, não objetivando generalizar tais resultados para outras usinas de beneficiamento de minérios, demonstrando aqui resultados obtidos no momento atual da empresa, o que não garante que serão os mesmos resultados em outras épocas e pesquisas. Sugere-se utilizar este trabalho como ideia para novos estudos e análises de opinião da aplicação de ferramentas da qualidade em usinas de beneficiamento de minérios, focando a questão da comunicação, participação e comprometimento das pessoas em prol da gestão da qualidade.

## 6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Fábio F. **O Método de Melhorias PDCA**. São Paulo: dissertação para obtenção do título de mestre em Engenharia na Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), 2003. 157p.
- ARAUJO, Ramon V. V.; SOBRAL, Luis G. S.; SANTOS, Ronaldo L. C. **Produção de Fosfato no Brasil**: Complexo de Mineração de Tapira / Fosfertil. Recife, Pernambuco: CETEM/MCT, 2002. 9p.
- BARROS, L. A. F. **Desafios tecnológicos e industriais no aproveitamento de fosfatos de Tapira e Patos de Minas**. IV Encontro Nacional de Rocha Fosfática. IBRAFOS. 1988.
- BUTCHER, Rodolfo. **Modelo de gestão do conhecimento para a RB 92**: uma construção baseada na experiência com PDCA, melhoria contínua e processos empresariais. Florianópolis: dissertação para obtenção do título de mestre em Administração da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004. 146p.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total**: no estilo japonês. 8. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2004. 256p.
- CARPINETTI, Luiz C. R. **Gestão da Qualidade**: conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 239p.
- CARVALHO, Marly M.; PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012. 456p.
- CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 159p.
- CHAVES, Arthur P. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**. 3. ed. São Paulo: Signus Editora, 2007. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 1. 280p.
- \_\_\_\_\_. **Bombeamento de polpa e classificação**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 1. 303p.
- \_\_\_\_\_. **Desaguamento, Espessamento e Filtragem**. 3. ed. São Paulo: Signus Editora, 2010. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 2. 229p.
- \_\_\_\_\_. **A Flotação no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Signus Editora, 2009. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 4. 484p.
- \_\_\_\_\_. **Manuseio de sólidos granulares**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 5. 384p.
- CHAVES, Arthur P.; PERES, Antônio E. C. **Britagem, Peneiramento e Moagem**. 5. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 3. 324p.

CHAVES, Arthur P.; CHAVES FILHO, Rotênio C. **Separação densitária**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Coleção Teoria e prática do tratamento de minérios, v. 6. 240p.

COSTA, Francisco J.; SILVA JÚNIOR, Severino D. **Mensuração e Escalas de Verificação**: uma análise comparativa das escalas de Likert e *Phrase Completion*. São Paulo: PMKT – Revista Brasileira de Pesquisa de Marketing, Opinião e Mídia, 2014. 16p.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 169p.

FOGLIATTO, Flávio S.; RIBEIRO, José L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 288p.

KARDEC, Alan P.; NASCIF, Júlio A. X. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009. 361p.

KAUARK, Fabiana S.; MANHÃES, Fernanda C.; MEDEIROS, Carlos H. **Metodologia de pesquisa**: um guia prático. Itabuna, Bahia: Via Litterarum, 2010. 88p.

LAFRAIA, João R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2014. 388p.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297p.

\_\_\_\_\_. **Técnicas de Pesquisa**. 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2007. 289p.

LOBO, Renato N.; SILVA, Damião L. **Gestão da Qualidade**: Diretrizes, ferramentas, métodos e normatização. São Paulo: Érica, 2014. 135p.

LUZ, Adão B.; LINS, Fernando A. F. **Rochas e Minerais Industriais**: uso e especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. 990p. Disponível em <<http://www.cetem.gov.br/livros>>. Acesso em 21 mai. 2015.

LUZ, Adão B.; SAMPAIO, João A.; FRANÇA, Sílvia C. A. 5. ed. **Tratamento de Minérios**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 965p. Disponível em <<http://www.cetem.gov.br/livros>>. Acesso em 19 mai. 2015.

MIRSHAWKA, Victor. **A Implantação da Qualidade e da Produtividade pelo método do Dr. Deming**. São Paulo: McGraw Hill, 1990. 395p.

MIRSHAWKA, Victor. **Manutenção Preditiva**: caminho para zero defeitos. São Paulo: Makron, McGraw Hill, 1991.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM**: Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1988. 129p.

NBR 5462. **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994. 37p.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. v. 1. 524p.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. v. 2. 472p.

Norma Reguladora de Mineração. **NRM-18 (Beneficiamento)**. Ministério de Minas e Energia. 2002. Consultada no endereço digital: <[http://www.dnmp-pe.gov.br/Legisla/nrm\\_18.htm](http://www.dnmp-pe.gov.br/Legisla/nrm_18.htm)>. Acesso em 23 abr. 2015.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da Qualidade Total – TQM**. São Paulo: Nobel, 1994. 467p.

OLIVEIRA, Otávio J. **Gestão da Qualidade em Tópicos Avançados**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2004. 244p.

PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 302p.

PORTAL ADMINISTRAÇÃO. **Ciclo PDCA - Conceito e aplicação**. Portal Administração. Disponível em <<http://www.portal-administracao.com>>. Acesso em 01 jun. 2015.

QUEIROZ, Evodio K. R. **Qualidade segundo Garvin**. São Paulo: ANNABLUME, 1995. 123p.

ROBLES JR., Antônio; BONELLI, V. V. **Gestão da Qualidade e do meio ambiente: enfoque econômico, financeiro e patrimonial**. São Paulo: Atlas, 2006. 111p.

ROTH, Claudio W. **Qualidade e Produtividade**. 3. ed. Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011. 74p.

SANTOS, Valdir A. **Manual Prático da Manutenção Industrial**. 4. ed. São Paulo: Editora Ícone, 2012. 275p.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993. 313p.

TAPIRATEEN. **A Mineração em Tapira: Barragens**. Tapirateen, Tapira, 23 nov. 2012. Disponível em <<http://www.tapirateen.com.br>>. Acesso em 20 mai. 2015.

VALADÃO, George E. S.; ARAUJO, Armando C. **Introdução ao Tratamento de Minérios**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 234p.

VALE. **Entenda como funciona o processo de pelotização em nossas usinas**. Vale, 29 dez. 2014. Disponível em <<http://www.vale.com>>. Acesso em 08 jun. 2015.

VALE FERTILIZANTES. **Nosso Negócio. Operações e Projetos**. Disponível em <<http://www.valefertilizantes.com>>. Acesso em 10 jun. 2015.

VERAS, Carlos M. dos A. **Gestão da Qualidade**. São Luís, Maranhão: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, 2009. 59p.

VIEIRA FILHO, Geraldo. **Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática**. 5. ed. rev. Campinas: Editora Alínea, 2014.

VIANA, Herbert R. G. **PCM, Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002. 192p.

XENOS, Harilaus G. P. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. 302p.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

### TÍTULO: GESTÃO DA QUALIDADE - UM ESTUDO DE CASO EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS

**OBJETIVO:** Pesquisar e verificar a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade inseridas na rotina de operação e processo de uma Usina de beneficiamento de minérios, através de uma equipe de melhoria, observando, sob a ótica dos envolvidos, as principais influências.

**CONSIDERAÇÕES:** Trata-se de um estudo meramente acadêmico, como parte de um Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Engenheiro de Minas, do curso de Engenharia de Minas do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Unidade de Araxá. O estudo garante a confidencialidade das respostas, não sendo necessário inserir o nome do respondente. Aquele que desejar visualizar o trabalho após a conclusão, favor inserir *email* no campo destinado.

#### PARTE 1: Introdução e Informações Gerais

Cargo: \_\_\_\_\_

Setor: \_\_\_\_\_

Tempo de empresa: \_\_\_\_\_ Tempo na função: \_\_\_\_\_

*Email* (opcional): \_\_\_\_\_

Para responder às afirmações deste questionário, favor considerar a seguinte escala:

- (1) Discordo Totalmente – Não concorda com o fundamento em absoluto.
- (2) Discordo Parcialmente – Não concorda com o fundamento em sua maioria.
- (3) Nem concordo e nem discordo – Existem dúvidas sobre concordar com o fundamento.
- (4) Concordo Parcialmente – Concorda com o fundamento em sua maioria.
- (5) Concordo Totalmente – Concorda com o fundamento na sua totalidade.





