



**Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Unidade Araxá**

Matheus Eugenio Alves

**Impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob a ótica dos
usuários da região de Araxá**

Araxá-MG
2020

Matheus Eugenio Alves

Impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob a ótica dos usuários da região de Araxá

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida Ferreira

Araxá-MG
2020



ATA N° 13/2020 - DFGAX (11.57.03)

N° do Protocolo: 23062.032054/2020-67

Araxá-MG, 30 de novembro de 2020.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL / ARAXÁ
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC - ATA DE DEFESA

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
do aluno **MATHEUS EUGENIO ALVES**

Às dezenove horas do dia trinta de novembro de dois mil e vinte, reuniu-se, pelo Microsoft Teams, na turma "Trabalho de Conclusão de Curso", do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG/ Unidade Araxá, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "Impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sobre a ótica dos usuários da região de Araxá", como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida Ferreira, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, concedeu a palavra ao candidato, Matheus Eugenio Alves, para a exposição de seu trabalho. Após a apresentação, seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Ultimada a arguição, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Após a reunião da Comissão Examinadora, o candidato foi considerado: **APROVADO**, obtendo nota final de: 90/100 (noventa pontos). O resultado final foi comunicado publicamente pelo Presidente da Comissão. O aluno, abaixo assinado, declara que o trabalho ora identificado é da sua autoria material e intelectual, excetuando-se eventuais elementos, tais como passagens de texto, citações, figuras e datas, desde que devidamente identificada a fonte original. Declara ainda, neste âmbito, não violar direitos de terceiros. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou os trabalhos. A Profa. Dra. Érica Araújo, responsável pela disciplina "Trabalho de Conclusão de Curso II", lavrou a presente ATA, que, após lida e aprovada, será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Araxá, trinta de novembro de dois mil e vinte.

(Assinado digitalmente em 01/12/2020 20:56)

ADMILSON VIEIRA DA COSTA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DELMAX (11.57.05)
Matrícula: 1555722

(Assinado digitalmente em 11/12/2020 08:59)

ERICA DANIELA DE ARAUJO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DFGAX (11.57.03)
Matrícula: 1019759

(Assinado digitalmente em 01/12/2020 12:33)

GLAYDSON KELLER DE ALMEIDA FERREIRA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DELMAX (11.57.05)
Matrícula: 2151758

(Assinado digitalmente em 01/12/2020 12:35)

HORACIO ALBERTINI NETO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DELMAX (11.57.05)
Matrícula: 1031357

(Assinado digitalmente em 30/11/2020 22:04)

Matheus Eugenio Alves
DISCENTE
Matrícula: 201414550553

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.cefetmg.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **13**, ano: **2020**, tipo: **ATA**, data de emissão: **30/11/2020** e o código de verificação: **f048127bf1**

Dedico esse trabalho aos meus pais: Raildo e Elena, e à minha namorada Lorena que sempre me fizeram acreditar na realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por concluir essa etapa tão importante na minha vida.

Agradeço, em especial, aos meus pais Elena e Raildo, e à minha namorada Lorena, que me fizeram acreditar quando eu mesmo não acreditei.

Agradeço ao professor Glaydson Keller de Almeida Ferreira, pela disponibilidade, pelos ensinamentos e por fazer disposto a me orientar, tornando possível o término deste trabalho.

Aos professores Horácio e Admilson, por aceitarem o convite para participar da banca de defesa deste trabalho de conclusão de curso.

Aos meus colegas e amigos, meu muito obrigado por estarem ao meu lado nessa caminhada.

“A persistência é o caminho do êxito”.
Charles Chaplin

RESUMO

Como a maior parte das informações, diante da Era da Informação e do Conhecimento, são tratadas por meio de sistemas de informação, esses têm se tornado indispensáveis ao processo produtivo. Esses sistemas propiciam o melhor uso da informação e têm como um dos seus objetivos contribuir com a tomada de decisões estratégicas, a redução dos custos operacionais, bem como com os ganhos na produtividade. Principalmente por esses motivos, as empresas têm investido cada vez mais em Tecnologia da Informação. Ante a esse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine*, fornecido pela empresa Instale Tecnologia Ltda., sob a ótica dos usuários finais (clientes). Esse *software* é utilizado na atividade de mineração, contribuindo com a gestão de equipamentos móveis, quais sejam: carregadeiras, escavadeiras, caminhões, entre outros. Metodologicamente, esta pesquisa se constitui como um estudo de caso. Isso porque, aprofundando o conhecimento acerca do sistema *Easymine*, busca-se compreender melhor suas funcionalidades sob o ponto de vista dos clientes. Desenvolve-se por meio de uma abordagem qualitativa, uma vez que lança mão da análise de opinião e de questionários como fonte de coleta de dados. Quanto à natureza da pesquisa, esta se configura como descritiva, já que busca analisar a utilização desse sistema diante de um contexto real mediante aos questionários aplicados aos funcionários de três mineradoras da região de Araxá-MG. Esses colaboradores atuam nos níveis operacionais e táticos das empresas pesquisadas e lidam diretamente com o sistema. Os sujeitos, estando na função por eles desempenhadas por, no mínimo, 5 (cinco) anos, foram convidados a responderem a pesquisa que foi aqui elaborada levando em conta o objetivo do trabalho. Os dados obtidos com os questionários foram analisados e, a partir dessa análise, foram confeccionados mapas comparativos, utilizando-se a triangulação de dados que serviu de representação gráfica do conjunto de considerações discursivas, a fim de se proceder a melhor estruturação dos resultados. Dessa forma, após a realização de todas as análises foram apresentadas tabelas e gráficos contemplando os resultados, evidenciando a aceitação quanto às afirmações em 90%. Foram notórias as influências positivas na maior parte dos aspectos abordados na pesquisa e ainda sim cumpriu com o papel de realizar o que propõe quanto às funcionalidades.

Palavras-chave: Sistemas embarcados. *Easymine*. Mineração. Estudo de Caso.

ABSTRACT

As most information, in the face of the Information and Knowledge Age, is treated through information systems, these have become indispensable to the production process. These systems provide the best use of information and have as one of their objectives to contribute to strategic decision making, the reduction of operating costs, as well as gains in productivity. Mainly for these reasons, companies have invested more and more in Information Technology. In view of this scenario, the present study aims to analyze the impacts of using the Easymine embedded system, provided by the company Instale Tecnologia Ltda., From the perspective of end users (customers). This software is used in the mining activity, contributing to the management of mobile equipment, which are: loaders, excavators, trucks, among others. Methodologically, this research is constituted as a case study. This is because, by deepening the knowledge about the Easymine system, we seek to better understand its functionalities from the point of view of customers. It is developed through a qualitative approach, since it makes use of opinion analysis and questionnaires as a source of data collection. As for the nature of the research, it is configured as descriptive, since it seeks to analyze the use of this system in a real context through questionnaires applied to employees of three mining companies in the Araxá-MG region. These employees work at the operational and tactical levels of the companies surveyed and deal directly with the system. The subjects, being in their role for at least 5 (five) years, were invited to answer the research that was carried out here taking into account the objective of the work. The data obtained from the questionnaires were analyzed and, based on this analysis, comparative maps were made, using the data triangulation that served as a graphical representation of the set of discursive considerations, in order to proceed with a better structuring of the results. Thus, after performing all the analyzes, tables and graphs were presented, including the results, showing 90% acceptance of the statements. The positive influences in most of the aspects covered in the research were notorious and yet it fulfilled the role of carrying out what it proposes regarding the functionalities.

Keywords: Embedded System. *Easymine*. Mining. Case Study.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mina de ferro da Vale em Serra dos Carajás, Parauapebas - PA.....	22
Figura 2 - Escavadeira realizando o processo de carregamento de minério.....	24
Figura 3 - Caminhões realizando a operação de carregamento em uma mina a céu aberto.	24
Figura 4 - Esquema básico de funcionamento de um sistema de processamento de dados.	25
Figura 5 - Feedback em um sistema.	25
Figura 6 - Diferença entre Microprocessador e Microcontrolador.	29
Figura 7 - Sistema <i>Easymine</i> instalado em um caminhão fora de estrada.....	30
Figura 8 - Interface de operação.	31
Figura 9 - Tela de <i>Checklist</i> do Equipamento.	32
Figura 10 - Apontamentos de Produção dos Equipamentos de transporte.	33
Figura 11 - Indicadores de apropriações de equipamentos.....	34
Figura 12 - Tela de Geoprocessamento Posicionamento.....	35
Figura 13 - Clientes.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo dos Indicadores de Manutenção das Empresas 1,2 e 3.....	109
Tabela 2 – Resumo das respostas.	111

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respondentes por questionário para cada empresa.....	51
Gráfico 2 – Mapa Comparativo, bloco Funcionalidades (Empresa 1).	54

Gráfico 3 - Mapa Comparativo, bloco Aplicabilidades (Empresa 1).....	55
Gráfico 4 - Mapa Comparativo, bloco Operação (Empresa 1).....	57
Gráfico 5 - Mapa Comparativo, bloco Segurança (Empresa 1).	58
Gráfico 6- Mapa Comparativo, bloco Produção (Empresa 1).....	59
Gráfico 7 - Mapa Comparativo, bloco Gestão (Empresa 1).....	60
Gráfico 8 – Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) por TAG.....	63
Gráfico 9 - Relação do indicador MTBM (em português, tempo médio entre manutenções) por TAG.....	64
Gráfico 10 - Relação da Disponibilidade Operacional por TAG.	65
Gráfico 11 - Mapa Comparativo, bloco Funcionalidades (Empresa 2).....	67
Gráfico 12 - Mapa Comparativo, bloco Aplicabilidades (Empresa 2).....	68
Gráfico 13 - Mapa Comparativo, bloco Operação (Empresa 2).....	70
Gráfico 14 - Mapa Comparativo, bloco Segurança (Empresa 2).	71
Gráfico 15 - Mapa Comparativo, bloco Produção (Empresa 2).....	72
Gráfico 16 - Mapa Comparativo, bloco Gestão (Empresa 2).....	73
Gráfico 17 – Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) por TAG.....	76
Gráfico 18 – Relação do indicador MTBM (em português, tempo médio entre manutenções) por TAG.....	77
Gráfico 19 - Relação do indicador Disponibilidade Operacional por TAG.....	78
Gráfico 20 - Mapa Comparativo, bloco Funcionalidades (Empresa 3).....	80

Gráfico 21 - Mapa Comparativo, bloco Aplicabilidades (Empresa 3).....	81
Gráfico 22 - Mapa Comparativo, bloco Operação (Empresa 3).....	83
Gráfico 23 - Mapa Comparativo, bloco Segurança (Empresa 3).	84
Gráfico 24 - Mapa Comparativo, bloco Produção (Empresa 3).....	85
Gráfico 25 - Mapa Comparativo, bloco Gestão (Empresa 3).....	86
Gráfico 26 - Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) por TAG (EMPRESA 3).	88
Gráfico 27 - Relação do indicador MTBM por TAG (EMPRESA 3).....	89
Gráfico 28- Relação do indicador Disponibilidade por TAG (EMPRESA 3).	90
Gráfico 29 - Mapa comparativo entre as Empresas (Af1 à Af4).....	93
Gráfico 30 - Mapa comparativo entre as Empresas (Af5 à Af8).....	95
Gráfico 31 – Mapa comparativo entre as Empresas (Af1 à Af4).....	97
Gráfico 32 – Mapa comparativo entre as Empresas (Af5 à Af8).....	99
Gráfico 33 – Mapa comparativo entre as Empresas (Af9 à Af12).....	101
Gráfico 34 - Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) para as Empresas 1, 2, 3.....	102
Gráfico 35 - Relação do indicador MTBM (em português, tempo médio entre manutenções) para as Empresas 1, 2, 3.....	103
Gráfico 36 - Relação do indicador de Disponibilidade Operacional para as Empresa 1, 2, 3.	103
Gráfico 37 – Resumo Geral dos mapas comparativos Módulo Embarcado das Empresas 1, 2, 3.	105

Gráfico 38 - Resumo Geral dos Mapas comparativo Af1 à Af4 Módulo Gerencial das Empresas 1, 2,3.....	106
Gráfico 39 - Resumo Geral dos Mapas comparativo Af5 à Af8 Módulo Gerencial das Empresas 1, 2,3.....	107
Gráfico 40 - Resumo Geral dos Mapas comparativo Af9 à Af12 Módulo Gerencial das Empresas 1, 2,3.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional por TAG (EMPRESA 1).	62
Quadro 2 – MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional por TAG (EMPRESA 2).	75
Quadro 3 – MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional por TAG (EMPRESA 3).	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	Estudos precedentes.....	19
2.2	Mineração.....	20
2.2.1	Lavra a céu aberto	21
2.2.2	Operações em minas a céu aberto.....	22
2.2.2.2	Carregamento e transporte	23
2.2	Sistemas de Informação.....	25
2.2.1	Sistemas Embarcados	27
2.2.1.1	Estrutura dos sistemas embarcados.....	28
2.2.2	Sistemas de gerenciamento de frota para mineração	30
2.3	Manutenção Industrial	36
2.3.1	Tipos de Manutenção.....	39
2.3.1.1	Manutenção Corretiva Planejada e Não Planejada.....	39
2.3.1.2	Manutenção Preventiva	40
3	Metodologia.....	42
3.1	Caracterização da pesquisa	42
3.2	Unidade de análise e observação	43
3.3	Empresa pesquisada.....	44
3.3.1	Clientes	44
3.4	Técnicas de coleta de dados.....	45
3.5	Estratégias de tratamento e de análise dos dados	48
4	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS	51
4.1	Apresentação Geral	51
4.2	Interpretação e Análise dos Resultados	52
4.2.1	Empresa 1	53
4.2.1.1	Módulo Embarcado	53
4.2.1.2	Módulo gerencial.....	55
4.2.1.3	Indicadores de Manutenção	61

4.2.2	Empresa 2	66
4.2.2.1	Módulo Embarcado	66
4.2.2.2	Módulo gerencial	68
4.2.2.3	Indicadores de Manutenção	74
4.2.3	Empresa 3	79
4.2.3.1	Módulo Embarcado	79
4.2.3.2	Módulo gerencial	82
4.2.3.3	Indicadores de Manutenção	86
4.2.4	Mapa comparativo entre as empresas	91
4.2.4.1	Módulo Embarcado	91
4.2.4.2	Módulo Gerencial	96
4.2.4.3	Indicadores de Manutenção	102
4.2.5	Resumo geral das respostas entre as empresas	104
4.3	Discussão dos Resultados	108
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
	REFERÊNCIAS	115
	APÊNDICE A: QUESTIONÁRIOS DA PESQUISA	120

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Castells (1999), o desenvolvimento tecnológico atual constitui um dos fatores que impulsionaram o surgimento da Era da Informação. Era essa que se caracteriza pela “sociedade em rede” e principalmente, pela valorização e pela rapidez na aquisição das informações (CASTELLS, 1999). Mediante ao exposto, para a adaptação das indústrias a essa nova dinâmica, os modelos de trabalho formais vêm sendo alterados e novas funções estão surgindo devido, principalmente, à constante influência da globalização e da digitalização (PINTO; SOUZA, 2017).

Atualmente, como a maior parte das informações são tratadas por meio de sistemas de informação, esses têm se tornado indispensáveis ao setor produtivo. Contudo, a implantação de tais sistemas demanda diversos investimentos, dentre os quais podem ser destacados: a ampliação da infraestrutura de redes e a capacitação dos colaboradores. Esses sistemas permitem o melhor uso de informação, com o objetivo de contribuir: com a tomada de decisões estratégicas; com a redução dos custos operacionais; com os ganhos na produtividade; e com alguns outros benefícios (BATISTA, 2012). Logo, as empresas, que se adequam ao cenário citado e implementam em seus setores produtivos tais sistemas, buscam, além dos benefícios supracitados, maior competitividade no mercado, como evidenciado por Jannuzzi, Falsarella e Sugahara (2014).

Dentre os vários sistemas de informação disponíveis, destacam-se, no presente trabalho, os sistemas embarcados, também conhecidos como *Embedded Systems*. De forma geral, o funcionamento dos *Embedded Systems* envolve a captura de informações, por meio de suas funções de coleta de dados, enviando-as para um *display* ou computador, por meio de comunicação sensorial. De acordo com Pereira *et al.* (2011), esses sistemas possibilitam a obtenção de informações em tempo real, além de possuírem funções e tecnologias bem avançadas. Por isso, de acordo com Chase (2007), esses sistemas têm se destacado cada vez mais no ramo da automação industrial, haja vista as suas inúmeras aplicações. As vantagens de sua utilização são diversas, vão desde a flexibilidade, de acordo com a necessidade de cada aplicação, até a redução de custos como resultado da correta utilização, seja qual

for a sua função específica. Conforme Carro e Wagner (2003), esses sistemas estão cada vez mais presentes nas atividades cotidianas em aparelhos eletrônicos tais como: ar-condicionado (monitorando a temperatura), *smartphones* (Android, iPhone), bem como veículos de passeio (sistema de controle de tração e computadores de bordo).

Dentre os vários sistemas embarcados disponíveis no mercado, a empresa Instale Tecnologia Ltda., localizada no município de Araxá-MG, desenvolveu o *software* chamado de *Easymine*, cuja aplicação ocorre na atividade de mineração. O sistema tem como objetivo facilitar a gestão de equipamentos móveis, tais como: carregadeiras, escavadeiras, caminhões, entre outros, além de poder possibilitar o melhor monitoramento das operações de mina. Desta maneira, o *Easymine* se propõe a fornecer às empresas dessa área, ganhos na gestão desses equipamentos em atividades como: produção, segurança, planejamento e manutenção.

Diante das especificidades e dos benefícios prometidos diante da utilização deste tipo de sistema embarcado, torna-se relevante investigar os reais impactos da utilização desses sistemas no setor produtivo. No caso da pesquisa em tela, objetiva-se analisar os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine*, fornecido pela empresa Instale Tecnologia Ltda., sob a ótica dos usuários finais (clientes). Com base nisso, a principal interrogação que embasa esta proposta de estudo é: Qual a percepção dos usuários finais sobre o funcionamento do sistema embarcado *Easymine*? Para tanto, todos os mapas comparativos foram realizados a partir da aplicação de questionários e da pesquisa documental, tiveram como objetivo a comparação dos resultados obtidos entre os colaboradores dos níveis operacional e tático, bem como a apresentação dos parâmetros de funcionamento do referido sistema diante das empresas pesquisadas, em busca de se identificar se o referido *software* cumpre o que propõe em termos de disponibilidade e de funcionalidade.

Diante do principal objetivo do trabalho, aventa-se como hipótese, a possibilidade, da comparação entre as opiniões dos respondentes dos níveis tático e operacional no que se refere à disponibilidade e a funcionalidade desse sistema nas empresas pesquisadas, espera-se que os impactos sejam distintos, tanto entre os níveis organizacionais, quanto em relação à funcionalidade.

Para que se fizesse possível o alcance do objetivo central do trabalho, delinear-se-iam como objetivos específicos desta pesquisa:

- Mapear as principais funcionalidades do sistema *Easymine*, bem como levantar as informações sobre paradas e manutenções corretivas não planejadas¹ da parte do *hardware* que comporta o sistema e que está instalado nos equipamentos das empresas pesquisadas, por meio de pesquisa documental;
- Investigar, por meio de questionários aplicados aos colaboradores dos níveis operacional e tático das empresas pesquisadas, a opinião dos usuários sobre as funcionalidades do sistema *Easymine*;
- Criar mapa comparativo entre as respostas dos profissionais pesquisados da mesma empresa, evidenciando os pontos convergentes e divergentes, diante das funcionalidades do sistema *Easymine*;
- Efetuar triangulação de dados entre as empresas, criando um mapa comparativo geral entre as opiniões de respondentes do mesmo nível organizacional (operacional ou tático) e dos indicadores de manutenção, no que se referem às funcionalidades previstas pelo sistema *Easymine*;
- Evidenciar e transcrever os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob a ótica dos usuários da região de Araxá.

A proposta de pesquisa ora apresentada assemelha-se, em certa medida, a alguns trabalhos publicados na literatura, que analisam *softwares* sob a ótica dos usuários. Entre esses estudos citam-se: Mahmood e Soon (1991) e Saccol *et al.* (2010). Diante desses trabalhos, por meio de entrevistas, os autores identificaram a influência das variáveis estratégicas pesquisadas, bem como verificaram os conhecimentos dos usuários acerca do funcionamento e das funcionalidades dos sistemas pesquisados.

Na esteira dessas considerações, a execução deste trabalho se justifica, vez que, conforme analisado nos bancos de dados Scielo e CAPES, não existem trabalhos abordando, especificamente, o sistema embarcado *Easymine* ou trabalhos em que é estudada a aplicação de sistemas embarcados similares voltados para a mineração na região de Araxá-MG. Além disso, com a presente pesquisa,

¹ Manutenção corretiva não planejada “caracteriza-se pela atuação da Manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que esperado” (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 56).

vislumbra-se, através da análise dos fatores positivos e dos fatores que necessitam de melhorias no sistema supracitado, melhor planejamento das rotas dos equipamentos móveis nas mineradoras, evitando movimentações desnecessárias que acarretam em custos extras, tais como desgaste dos pneus e dos sistemas mecânicos desses equipamentos. Essa estratégia poderá reduzir os custos de manutenção e, conseqüentemente, melhorar os resultados da empresa.

Ademais, tendo como foco o âmbito social, a otimização das rotas dos equipamentos promove a redução da emissão de gases poluentes na atmosfera, bem como a redução no uso de papéis pelas empresas, haja vista o fato de os apontamentos operacionais manuais serem substituídos por módulos eletrônicos.

Dito isso, para fins de se realizar a investigação aqui pretendida, este trabalho foi estruturado em três capítulos, além desta introdução e das considerações finais. No segundo capítulo, apresenta-se uma fundamentação teórica sobre os principais conceitos implicados nesta proposta de pesquisa, entre eles, citam-se sistemas embarcados, mineração e manutenção. No terceiro capítulo, detalha-se a metodologia utilizada neste estudo, por meio de questionários e pesquisa documental. No quarto capítulo, interpretam-se e analisam-se os dados coletados com a aplicação do estudo e dos mapas comparativos, bem como discutem-se os resultados obtidos utilizando a triangulação de dados entre as empresas pesquisadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, detalham-se os principais conceitos envolvidos no desenvolvimento desta pesquisa, de modo a situá-los e circunstanciá-los. Primeiramente, retomam-se estudos precedentes que tenham relação com a proposta em tela. Na sequência, apresentando as especificidades da área da mineração, busca-se evidenciar como o planejamento de transporte, nessa área, é essencial para a redução de custos operacionais. Posteriormente, volta-se à compreensão sobre os sistemas de informação e sua importância no cenário atual. Feito isso, analisam-se as funcionalidades específicas dos sistemas embarcados. Por fim, evidenciam-se os modos de manutenção industrial e suas singularidades.

2.1 Estudos precedentes

Como nesta pesquisa, busca-se analisar a influência das variáveis estratégicas de um *software* aplicado à indústria, sob a ótica dos usuários dessa ferramenta, torna-se pertinente analisar estudos, na literatura, que se relacionam, em alguma medida, com a proposta em tela. Entre esses estudos, citam-se os desenvolvidos por Mahmood e Soon (1991) e Saccol *et al.* (2010).

Mahmood e Soon (1991), voltando-se à análise do impacto da Tecnologia da Informação nas variáveis estratégicas organizacionais e industriais, elaboraram um modelo de análise para essas variáveis a partir de entrevistas estruturadas. A pesquisa abordou 31 gestores com vasta experiência e conhecimento acerca dos sistemas de informações para decisões estratégicas. A unidade de pesquisa escolhida compreendeu as 500 maiores empresas referenciadas na revista americana *Fortune* na época.

Saccol *et al.* (2010), por sua vez, inspirados na pesquisa de Mahmood e Soon (1991), empregaram, de forma adaptada, a entrevista estruturada de modo a analisar o impacto da utilização dos sistemas *ERP*² em relação às variáveis estratégicas de algumas organizações. Na pesquisa, denominada Sistemas ERP e

² ERP (Planejamento dos Recursos Empresariais), também conhecido como Sistemas Integrados de Gestão, pode ser definido por uma arquitetura de *software* que contribui com o fluxo de informações entre todas as áreas de uma empresa, como produção, finanças, logística, recursos humanos etc. (PERINI, 2009).

seu impacto sobre variáveis estratégicas de grandes empresas do Brasil, os autores aplicaram o método do tipo *survey*,³ tendo como população alvo as 500 melhores e maiores empresas segundo a revista *Exame* (2000). Por meio de uma pesquisa *survey*, os autores concluíram que o ERP, no que tange à gestão, à eficiência organizacional e à integração interorganizacional, é um sistema eficiente. No entanto, no que diz respeito aos fatores externos, como clientes e consumidores, o ERP não atende a todos os critérios. Dessa forma, os sistemas ERP necessitam de outros sistemas para complementar tal função.

Os estudos mencionados, analisados em detalhes, serviram de inspiração para a realização desta pesquisa, visto que nesses trabalhos, por meio de pesquisa de campo, os autores identificaram a influência das variáveis estratégicas pesquisadas, bem como verificaram os conhecimentos dos usuários acerca do funcionamento e das funcionalidades dos sistemas pesquisados sob a ótica dos usuários.

2.2 Mineração

Conforme assinalado, o sistema embarcado analisado, criado pela Instale Tecnologia Ltda., foi desenvolvido para ser aplicado no ramo da mineração. Pela classificação internacional, define-se mineração como sendo a atividade de extração, de elaboração e de beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural: (i) sólido, como o carvão e outros; (ii) líquido, como o petróleo bruto; e (iii) gasoso, como o gás natural (AMARAL; LIMA, 2019). Nessa definição mais abrangente, inclui-se a exploração realizada nas minas subterrâneas e de superfície (ditas a céu aberto), nas pedreiras e nos poços, incluindo-se aí todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios em geral, na condição de torná-los comercializáveis, sem provocar alteração, de caráter irreversível, na sua condição primária.

³ As pesquisas *survey*, ou levantamento de campo, se caracterizam pela aquisição de dados como: opiniões e características, dessa maneira, esses conhecimentos são obtidos através da interrogação direta das pessoas ou grupo que deseja ser estudado (GIL, 2008). O autor afirma ainda que o objetivo é solicitar as informações para um grupo considerável de respondentes, com o intuito de analisar um problema.

Desde épocas bem remotas, o homem exerce essa atividade. Em concordância com Curi (2017), a prática das artes minerais é tão antiga quanto à própria civilização. Desde o aparecimento do *Homo sapiens*, na Pré-História, essa atividade já se mostrava fundamental para a sobrevivência e a manutenção da espécie humana. Segundo a notícia “Qual a importância da mineração para a economia do país?” (2017b), disponibilizada no site da Vale⁴, a mineração atrai muitos investimentos e tem bom retorno financeiro. Esse potencial do setor já era visível desde o período do Brasil Colonial. Naquela época, a extração de minérios foi responsável por parte da ocupação do território nacional e, principalmente, pelo equilíbrio econômico e pela geração de riquezas. Durante todo o século XVII, o interior do país recebeu várias expedições em busca de metais valiosos e de pedras preciosas.

Definida a atividade de mineração, passa-se agora a analisar as especificidades de sua extração.

2.2.1 Lavra a céu aberto

Por lavra compreende-se, segundo o Código de Mineração e Legislação Correlata (BRASIL, 2011), o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o seu beneficiamento. A lavra pode ser explorada na superfície, em minas a céu aberto ou subterrânea. A lavra explorada em minas a céu aberto é indicada para rochas e minerais que estão em depósitos superficiais, com estrutura, espessura e forma favoráveis. Normalmente, a espessura de estéril (mineral ou rocha que não possuem valor econômico e recobrem o minério) é relativamente pequena ou tem estrutura geológica que prejudica a abertura de túneis (BERNARDES, 2019). A Figura 1 exemplifica a exploração em minas a céu aberto, cujo minério de interesse, nesse caso, é o minério de ferro.

⁴ Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia-do-pais.aspx>. Acesso em: 18 out. 2019.

Figura 1 - Mina de ferro da Vale em Serra dos Carajás, Parauapebas - PA.



Fonte: Portal CNM⁵.

2.2.2 Operações em minas a céu aberto

Na mineração a céu aberto, monta-se, em geral, o ciclo de operação unitária da lavra, qual seja: perfuração, detonação, carregamento e transporte (ROCHA; CHAVES; SANTOS, 2016). Para realização dessas atividades, faz-se necessário o emprego de determinados equipamentos, cuja seleção é de primordial importância nas etapas de transformação da lavra de um bem mineral numa operação econômica (LACERDA; ARAÚJO NETO; SILVA, 2015).

Levando em conta o ciclo de operação mencionado, as frotas nessas minas podem ser divididas em quatro classes principais:

- Equipamentos de perfuração e desmonte: perfuratrizes para perfuração e escavadeiras para desmonte;
- Equipamentos de carregamento: pás carregadeiras e escavadeiras (elétricas ou hidráulicas) são exemplos de equipamentos de carga;

⁵ Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/exploracao-mineral-comissao-mista-que-trata-de-mudancas-na-lei-recebe-representante-do-mme>. Acesso em: 30 set. 2020.

- Equipamentos de transporte: caminhões, correias transportadoras e trens;
- Equipamentos de apoio: nessa classe agrupam-se motoniveladoras, caminhões pipa, escavadeiras/carregadeiras de pequeno porte, comboios de abastecimento e todos os equipamentos de suporte a atividade de mineração.

Conforme Amaral (2008), a seleção dos equipamentos utilizados na atividade de mineração não é um processo bem definido. Tal fato se dá porque cada mina tem suas particularidades e seus desafios, carecendo assim de equipamentos e de metodologias específicos. Assim sendo, o que se utiliza em determinada mineração pode não ser adequado para outras, haja vista as características do minério, a disposição da jazida e as condições climáticas.

2.2.2.2 Carregamento e transporte

As operações de carregamento, segundo Rocha, Chaves e Santos (2016), visam levar o material carregado para que esse passe por etapas de produção, as quais dependem do tipo e da qualidade do material extraído. As operações de transporte são realizadas com o objetivo de transferir o material desmontado para os equipamentos de transporte. Para tal, geralmente, são utilizados equipamentos do tipo escavadeiras e carregadeiras.

De modo geral, o material sem valor econômico, denominado estéril, é levado pelos equipamentos de transporte para as pilhas de estéril. Por outro lado, o minério, que tem valor econômico, é transportado para as usinas de beneficiamento, caso seja necessária essa etapa. Quando o minério não requer beneficiamento, tais quais os agregados para construção civil, por exemplo, esses, após separados do estéril, já podem ser destinados ao mercado consumidor. As Figuras 2 e 3 exemplificam as operações de carregamento e de transporte, sendo, nos casos ilustrados, o carregamento realizado por escavadeira e o transporte via caminhão.

Figura 2 - Escavadeira realizando o processo de carregamento de minério.



Fonte: Portal Mato Grosso⁶.

Figura 3 - Caminhões realizando a operação de carregamento em uma mina a céu aberto.



Fonte: Notícias de Mineração Brasil⁷.

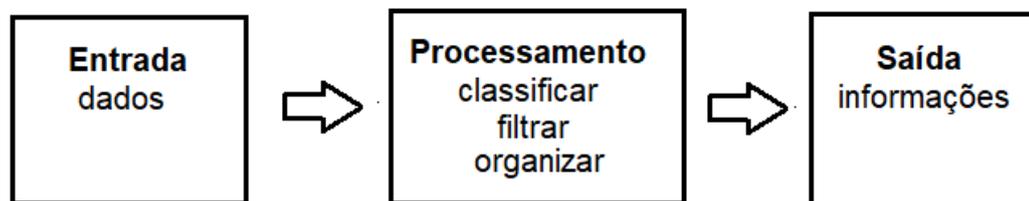
⁶Disponível em: <http://www.portalmatogrosso.com.br/politica-gestao/temer-destrava-mineracao-mas-nao-deixa-claro-a-protecao-ao-meio-ambiente/35667>. Acesso em: 10 nov. 2019

⁷Disponível em: <https://www.noticiasdemineracao.com/seguran%C3%A7a/news/1144974/fiscais-dnmp-vistoriam-barragem-da-congonhas-minerios>. Acesso em: 15 set. 2019

2.2 Sistemas de Informação

Sistemas de Informação podem ser definidos como sistemas que têm por objetivo gerar informações que auxiliam na tomada de decisões rápidas dentro do processo produtivo, bem como na solução de eventuais problemas. Os dados são coletados, processados e transformados em informações (PERINI, 2009), como demonstrado na Figura 4.

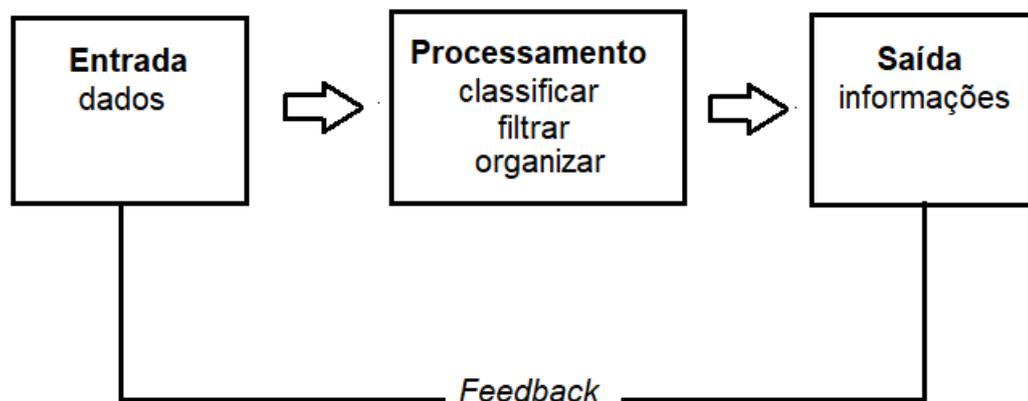
Figura 4 - Esquema básico de funcionamento de um sistema de processamento de dados.



Fonte: Adaptado de Côrtes (2008).

Ressalta-se, ainda, que o sistema pode possuir um item adicional em seu funcionamento: o *feedback* (realimentação). O *feedback* serve como uma forma de refinar os dados e de fornecer mais informações ao sistema. Desse modo, as decisões tomadas, a partir desse ponto, serão melhor fundamentadas (PERINI, 2009). A figura 5 ilustra um sistema com realimentação.

Figura 5 - Feedback em um sistema.



Fonte: Adaptado de Perini (2009).

É importante destacar, ainda, que, quando se referem a sistemas de informação, dados e informações têm significados distintos. Dados compreendem as ocorrências ou os fatos brutos que, ao serem processados, transformam-se em informações utilizáveis (CÔRTEZ,

2008). Para que as empresas possam se manter competitivas no mercado é de suma importância à obtenção e a aplicação das informações, qualquer que seja sua natureza. A tipologia dessas informações, conforme Perini (2009) pode ser classificada em três grupos, de acordo com a sua aplicabilidade, a saber:

- Operacional: viabiliza efetuar e supervisionar as atividades, por responsabilidade própria, auxiliando na tomada de decisões a nível operacional.
- Intermediário: permite o monitoramento e a avaliação pelos gerentes dos processos, auxiliando o planejamento e a tomada de decisão no âmbito gerencial.
- Institucional: possibilita aos dirigentes acompanhar e qualificar o desempenho da empresa e dar suporte ao planejamento e a tomada de decisões de alto nível.

Os sistemas de informação são compostos, ainda, pela Tecnologia da Informação (TI). A TI pode ser caracterizada por um montante de atividades e de soluções advindas da tecnologia computacional, as quais proporcionam o acesso, o armazenamento, o processamento, a veiculação, a reprodução, o gerenciamento e o uso de dados e de informações (O'BRIEN, 2004). Sobre a TI, Perini (2009) destaca que ela é composta por *hardware* (equipamentos e acessórios), *software* (programas e utilitários), banco de dados (gerenciadores de banco de dados) e redes e telecomunicações. Seguindo a mesma classificação de Perini (2009), Laudon e Laudon (2011), por seu turno, definem os componentes da infraestrutura da TI da seguinte forma:

- *Hardware*: representa a tecnologia para processamento computacional, armazenamento e entrada e saída de dados (embarcados, computadores, *laptops* e dispositivos pessoais que estão conectados a dados empresariais via internet).
- *Software*: são sistemas e aplicativos que gerenciam os processos, bem como os recursos do *hardware*.
- Banco de dados: constituem os dados coletados pelas empresas. As empresas precisam de tecnologia de gerenciamento de dados que organize, gerencie e processe os dados coletados.
- Redes e telecomunicações: essa tecnologia proporciona conectividade de dados, de voz e de vídeos aos colaboradores, fornecedores e clientes. Compreende rede interna, serviços oferecidos por companhias telefônicas e acesso a internet.

O investimento em TI é de vital importância para que as corporações se destaquem em meio às concorrentes. Algumas estratégias competitivas a serem financiadas são, de acordo com Perini (2009), as que se seguem:

- Redução de custos: principalmente nas áreas de processos, clientes ou fornecedores.
- Inovação: utilizar a TI para criar novos produtos e serviços, fazer mudanças radicais no âmbito empresarial, buscando, assim, novos mercados exclusivos e melhorados com o auxílio da tecnologia.
- Promoção de crescimento: valer-se da TI para a administração, a expansão, a diversificação, a integração dos serviços e produtos das empresas, visando escala regional e mundial.

2.2.1 Sistemas Embarcados

Dentre os sistemas de informação disponíveis, existem os sistemas embarcados. Por sistema embarcado, compreende-se o sistema em que o circuito responsável por processar os dados é exclusivo ao sistema ou ao dispositivo a ser controlado (SILVA; PERES FILHO, 2011). O que diferencia esse sistema de computadores do tipo *desktops*, por exemplo, conforme Silva e Peres Filho (2011) é que os sistemas embarcados executam tarefas previamente estabelecidas, destinadas a um fim específico.

No que concerne ao seu funcionamento, os sistemas embarcados envolve a captura de informações (*software*) através de suas funções de coleta de dados (*hardware*), enviando-os para um *display* ou um computador, via comunicação sensorial (CHASE, 2007). No entanto, vale ressaltar que quando é mencionado ao *software* interno de um sistema embarcado, é denominado *firmware*, programa que será responsável por controlar a execução das funções do embarcado (OLIVEIRA; ANDRADE, 2006).

Assim sendo, pode-se dizer que os sistemas embarcados são formados a partir de uma combinação de componentes, de *software* e de *hardware*, planejados para executar uma determinada tarefa. Dito isso, entre as vantagens na utilização de sistemas embarcados, segundo Pereira *et al.* (2011), destaca-se a flexibilidade

de acordo com a necessidade de cada aplicação. Por exemplo, na mineração, os sistemas embarcados podem ser empregados no monitoramento das atividades de operação da mina.

Os sistemas embarcados também são muito utilizados no dia a dia. No entanto, não são tão visíveis pelo fato de estarem embutidos nos produtos, como, por exemplo, em aparelhos de ar-condicionado (monitoramento de temperatura), em *smartphones*, em veículos (sistema de controle e tração, computadores de bordo) (CARRO; WAGNER, 2003). Entretanto, ressalta-se que a utilização dessa ferramenta não se restringe somente às aplicações aqui exemplificadas. Com o avanço tecnológico e o surgimento de novas formas de comunicação industrial, os sistemas embarcados também são empregados na automação industrial, fato que contribui para a sua implantação, de maneira mais eficaz, na resolução de problemas (ROSÁRIO, 2009).

2.2.1.1 Estrutura dos sistemas embarcados

Em sua generalidade os sistemas embarcados são compostos por um microcontrolador ou um microprocessador. Os microcontroladores são circuitos integrados (CI) que compõem uma unidade de processamento, memórias⁸ (RAM⁹, ROM¹⁰, PROM¹¹ e entre outras) e sistemas programáveis periféricos de entrada e saída (portas de comunicação serial¹², conversores analógicos/digitais e conversores digitais/ analógicos¹³ etc.) (GIMENEZ, 2002).

⁸ As memórias armazenam os dados e instruções recebidas das unidades de entrada e bem como fornecem informações para as unidades de saída (TOSSI; WIDMER; MOSS, 2007).

⁹ Random Access Memory ou em português Memória de Acesso Aleatório.

¹⁰ Read Only Memory ou em português Memória Somente para Leitura.

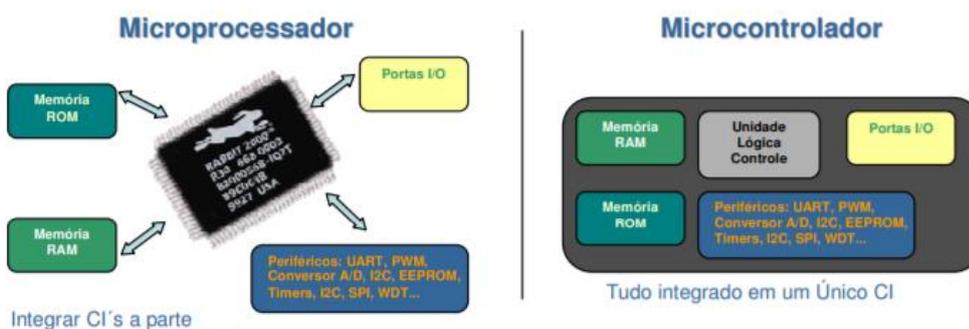
¹¹ Programmable Read-Only Memory ou em português Memória Somente de Leitura Programável.

¹² As portas de comunicação serial, é umas das formas de transmissão e comunicação de informações como por exemplo: computador e vários dispositivos (teclado, mouse, modem) de acordo com Tossi e Widmer (2003).

¹³ Os conversores analógicos-digitais e digitais-analógicos, são utilizados para reproduzir um sinal analógico para digital e vice versa, um exemplo de analógico para digital é: a reprodução de áudio, em um processo de reprodução do CD, o som dos instrumentos e das vozes, fornecem um tensão analógica e esse sinal

No entanto, os microprocessadores, diferentemente dos microcontroladores, são dedicados apenas para o processamento de informações, precisam de circuitos externos como memória para armazenamento das informações, conversores analógicos/ digitais para aquisições de dados analógicos, sensores e outros periféricos para cada aplicação em específico (CHASE, 2007). A figura 6 demonstra a diferença entre os microprocessadores e os microcontroladores.

Figura 6 - Diferença entre Microprocessador e Microcontrolador.



Fonte: Chase (2007).

Com intuito de se realizar a comunicação dos sistemas embarcados com outros dispositivos e componentes como: atuadores, monitores, display, teclado, mouse, sirenes, sensores *Wifi*¹⁴ e GPS (Sistema de posicionamento global) e outros, são utilizados periféricos de entrada e saída, também conhecidos como interfaces de comunicação, tais quais: CAN (Controller Area Network), USB (Porta Serial Universal), HDMI (Interface Multimídia de alta Resolução), VGA (Matriz gráfica para Vídeo), RS485, SPI (Serial Protocolo de Interface Periférica) (OLIVEIRA; ANDRADE, 2006). Dentre os dispositivos, os sistemas embarcados voltados para mineração utilizam-se do *Wifi* para transmitir as informações

posteriormente é convertido em digital e a informação digital é armazenada no CD (TOSSI; WIDMER; MOSS, 2007).

¹⁴ *Wifi*, conhecida também como redes *wireless*, é um tipo de protocolo que permite a conexão de dispositivos e equipamento sem o uso de fios (KUROSE; ROSS, 2006).

coletadas pelo embarcado e do GPS para identificar a localização da frota na mina e também alguns outros parâmetros como a velocidade dos equipamentos.

2.2.2 Sistemas de gerenciamento de frota para mineração

No campo dos sistemas de informações, o *Easymine* é um dentre vários outros *softwares* voltados para gerenciamento de frota na mineração que também são denominados sistemas de despacho. Assim sendo, o principal objetivo de um *software* de gerenciamento de frota, segundo Chironis (1985), é aumentar a produção da mina, minimizar a frota necessária para execução dos transportes e potencializar a produção dos equipamentos de cargas visando atender os padrões de segurança e qualidade (apud COSTA, 2011).

Na tentativa de alcançar esses critérios, de acordo CHASE (2007), esses sistemas possuem *hardwares e softwares* desenvolvidos especificamente para essa aplicação, ou seja, sistemas embarcados são instalados nas frotas para coleta dos dados (horímetro, localização, velocidade, nível de combustível) e, posteriormente, os dados extraídos pelos *hardwares* são tratados via *firmwares e softwares* gerenciais. A figura 7 mostra um sistema embarcado instalado em um caminhão fora de estrada e o monitor que realiza a interface com o usuário (participantes do nível operacional).

Figura 7 - Sistema *Easymine* instalado em um caminhão fora de estrada.



Fonte: Instale Tecnologia¹⁵.

¹⁵ Disponível em: <https://www.instaletecnologia.com.br/easymine>. Acesso em: 30 set. 2020.

Já as figuras 8 e 9 corroboram com a anterior exibindo alguns exemplos das interfaces em que os operadores e motoristas interagem com o sistema embarcado durante a operação. A figura 8 mostra a interface de operação, a qual indica as ocorrências que os equipamentos estão realizando no momento como: carregamento, basculamento, desmonte, falta de atividade, aguardando equipamento de carga e outros. Enquanto a figura 9 demonstra a interface em que é feito o *checklist* de alguns itens do equipamento, que podem vir a intervir na eficiência da máquina durante ao processo produtivo e na segurança individual e coletiva.

Figura 8 - Interface de operação.



Fonte: Material de uso interno, Instale Tecnologia (2019).

Figura 9 - Tela de *Checklist* do Equipamento.

CHECKLIST DO EQUIPAMENTO		
AR CONDICIONADO	✘	✔ OK
ARRANHADOS E AMASSADOS (LATARIA)	✔	✘ NOK
CAÇAMBA E ACESSÓRIOS	✔	HISTÓRICO
CAIXA DE MARCHA	✔	ACIMA
CALÇOS	✔	ABAIXO
CINTO DE SEGURANÇA	✔	PROSSEGUIR
CORREIAS	✔	
EMBREAGEM	✔	
EXTINTOR	✔	
FAROL	✔	
FREIOS	✔	
INTERIOR CABINE E BANCOS	✔	
MARTELO DE BATER PNEU	✔	
MOLAS	✔	

Fonte: Material de uso interno, Instale Tecnologia (2019).

Em relação a *softwares* gerenciais ou sistemas de informações gerenciais, esses consistem nos sistemas voltados para a empresa e a administração (LAUDON; LAUDON, 2007). Ainda consoante com Laudon e Laudon (2007), representam o grupo de sistemas auxiliares de monitoramento, controle, bem como as atividades administrativas, oferecer relatórios contínuos do desempenho nas organizações, além de dar suporte para líderes, planejadores, gestores para tomada de decisões rápidas.

As figuras 10, 11 e 12 ilustram algumas das diversas telas e aplicações de um sistema gerencial voltado para mineração. A figura 10 apresenta a tela de produção dos equipamentos de transporte na mina. Essa interface permite identificar os tempos de ciclo (tempo necessário para executar o transporte de um material desde o carregamento até o basculamento); a massa do material; o tempo de basculamento; as viagens executadas; a quantidade de material e a frente de serviço que o equipamento se encontra. Além disso, ao clicar em cima da viagem, é possível identificar o local que tal equipamento efetuou o basculamento.

Figura 10 - Apontamentos de Produção dos Equipamentos de transporte.

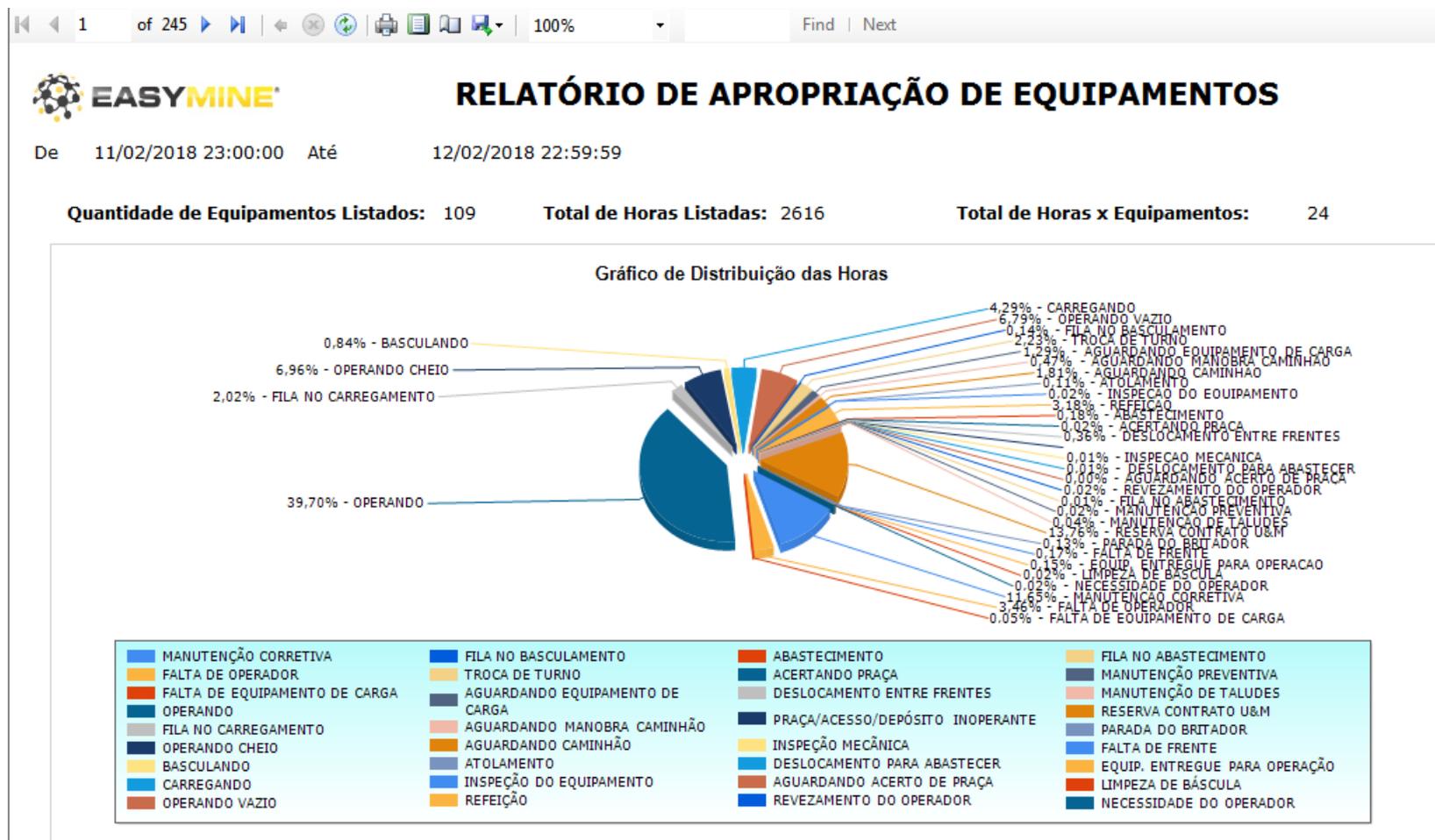
APONTAMENTOS DE PRODUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE - EASYMINE														LEGENDA FRENTE OPERACIONAIS		
CM-89	CM-114	CM-79	CM-88	CM-91	CM-110	CM-76	CM-77	CM-78	CM-86	CM-87	CM-92	CM-108	CM-111	CM-112	CÓD	FRENTE
07:27	07:15	07:25	08:56	07:27	07:16	07:56	13:32	08:29	09:56	10:39	08:39	09:14	10:04	12:44	1,16161	FORMAÇÃO 160416 PLAT 1085/M1 - PA2
08:50	09:11	07:58	12:37	12:23	12:48	08:22	12:54	07:46	10:36	09:27	09:21	08:31	09:17	13:09	1,16162	FORMAÇÃO 160416 PLAT 1100/M1 - PA2
08:06	08:27	08:44	10:17	12:50	12:21	10:42	12:27		09:10	10:13	07:54	07:48	07:51	10:33	4,24161	DECAP PLAT 1140/M2 - B. F. B08
09:35	07:46	09:23	09:36	13:21	13:20	12:23	12:07		08:27	12:32	12:00	09:57	08:35	10:02	6,5	BALANÇA / AFERIR CARGA (HOI)
10:15	09:51	10:08	12:09	10:19	12:01	12:40	07:53		07:43	12:17	10:31	10:35	12:15	07:50	9,204	TRANSP CASCALHO - ESTRADA B F B08
12:39	10:29	10:41	12:12	09:32	10:25	12:56	08:38		13:08	12:51	10:01	13:34	12:30	08:33		
13:04	11:59	12:21	13:30	12:02	09:48	13:13	09:20		12:50	13:10	13:24	12:49	12:50	09:15		
12:13	12:55	12:59	13:02	12:03	08:16	13:39			12:15		12:52	13:08	13:10	12:19		
	12:34	12:42		08:09	08:59				12:29		12:22	12:28	13:35			
		13:41		08:51									12:12			
		13:15														
8 VG.	9 VG.	11 VG.	8 VG.	10 VG.	9 VG.	8 VG.	7 VG.	2 VG.	9 VG.	7 VG.	9 VG.	10 VG.	9 VG.	8 VG.		
46,67 t/h	52,50 t/h	64,17 t/h	56,00 t/h	58,33 t/h	52,50 t/h	46,67 t/h	40,83 t/h	70,00 t/h	63,00 t/h	61,25 t/h	52,50 t/h	58,33 t/h	52,50 t/h	56,00 t/h		

Última atualização : 19/04/2016 13:44:07
Rastro Equipamentos

Fonte: Material de uso interno, Instale Tecnologia (2019).

A figura 11 apresenta um indicador de apropriação de equipamento, no qual o gráfico é baseado nos apontamentos de ocorrências (basculamento, carregamento, equipamento não necessário) feitos pelos usuários do sistema embarcado. Assim sendo, por meio desse indicador, é possível identificar: horas ociosas; horas produtivas; horas de manutenção e outras, de acordo com a atividade em execução.

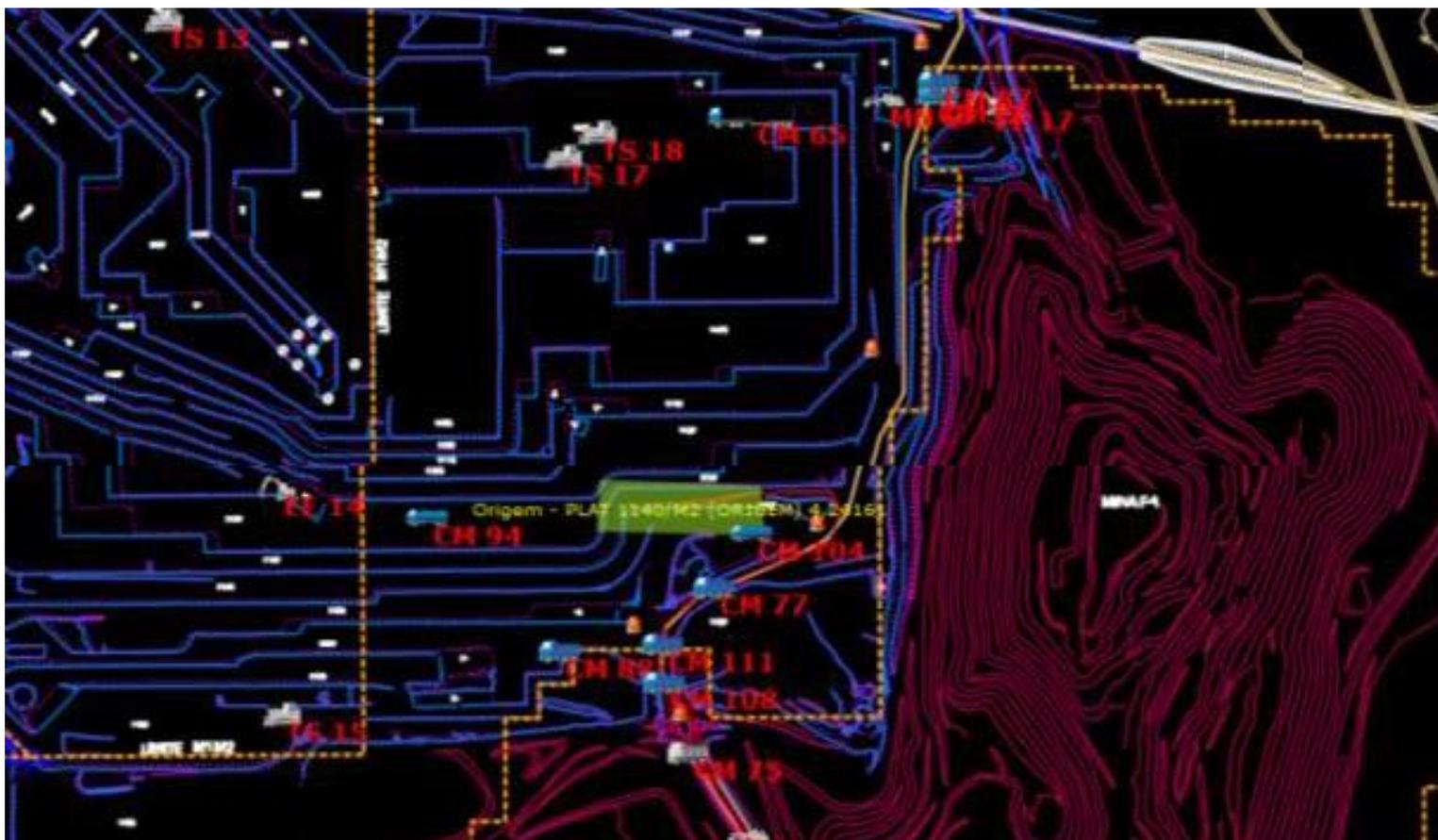
Figura 11 - Indicadores de apropriações de equipamentos.



Fonte: Material de uso interno, Instale Tecnologia (2019).

A Figura 12 expõe os equipamentos e a mina.

Figura 12 - Tela de Geoprocessamento Posicionamento.



Fonte: Material de uso interno, Instale Tecnologia (2019).

2.3 Manutenção Industrial

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da norma NBR 5462, a manutenção compreende a “combinação de todas as normas técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinada a manter e recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 6).

Sabe-se que, nas últimas décadas, a manutenção tem passado por diversas transformações advindas de muitos fatores, entre os quais se destaca o avanço tecnológico e os aperfeiçoamentos mecânicos, hidráulicos, pneumáticos e elétricos. Essas transformações possibilitaram às empresas executarem projetos muito mais complexos, devido ao surgimento de novas técnicas de manutenção, do aumento da instrumentação e da automação, da eclosão do monitoramento *online* dos equipamentos e, principalmente, da indicação de que a gestão da manutenção é essencial para se alcançar melhores resultados (KARDEC; NASCIF, 2009).

Dessa maneira, as organizações que buscam maior competitividade, tendem a aderir rapidamente a essas transformações e percebem o quanto a falha¹⁶ de um equipamento pode implicar na segurança, no meio ambiente e nos resultados da empresa (KARDEC; NASCIF, 2009). Assim, vê-se a necessidade de garantir alta disponibilidade física e confiabilidade da instalação, sempre atentando-se aos custos. Salienta-se que tanto a Disponibilidade quanto a Confiabilidade são medidores que permitem mensurar a qualidade da manutenção. A disponibilidade física (DF), conforme Vale (2017a), indica o tempo que o equipamento está apto para o trabalho. Quanto mais alto for esse parâmetro, maior a eficácia no trabalho das equipes responsáveis pelo funcionamento dos equipamentos. Por conseguinte, por meio da análise dessa variável, é possível gerar indicadores.

A Confiabilidade, por seu turno, de acordo com Pereira (2009), é definida como sendo a probabilidade de um equipamento operar, sem falhas, durante um período de tempo definido previamente. Convém ressaltar que, aumentando-se o tempo de análise, aumentam-se também as chances de falha, ou seja, menor Confiabilidade. Assim sendo, vale lembrar que a missão da manutenção é garantir Disponibilidade das funções dos equipamentos, mas sempre visando um processo ou produto com Confiabilidade (KARDEC; NASCIF, 2009).

¹⁶ Define-se falha como “Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida” de acordo com NBR 5462 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 3).

Desse modo, a disponibilidade pode ter diversas classificações entre elas: Disponibilidade Inerente e Disponibilidade Operacional. A Disponibilidade Inerente é caracterizada por ponderar apenas o tempo de reparo, ou seja, outros tempos não são considerados de acordo com Kardec e Nascif (2009). Em consoante com os autores, pode-se afirmar que a Disponibilidade Operacional reproduz a avaliação mais real quanto à utilização do equipamento, pelo fato de não somente considerar o tempo de reparo, mas também todos demais tempos que influenciem na indisponibilidade do equipamento. Assim sendo, para quantificar esses indicadores, são necessários alguns conceitos e cálculos prévios, como se seguem:

- Disponibilidade Inerente:

Tempo Médio entre Falhas, ou também conhecido como MTBF (*Mean Time Between Failures*), é um indicador que representa o tempo de uma falha para outra, ou seja, o intervalo de funcionamento do equipamento até que aconteça uma pane. O cálculo do indicador MTBF é feito de acordo com a Equação 1 (KARDEC; NASCIF, 2009).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Numero de observações}} \quad (1)$$

Sendo o tempo total dado em horas.

O Tempo Médio para Reparo, ou MTTR (*Mean Time to Repair*), é um indicador que corresponde ao tempo em que o mantenedor leva para reparar o ativo. Nesse caso, é considerado o tempo desde a solicitação de compras de matérias-primas, preparo ferramental, até a liberação para produzir. O cálculo do indicador MTTR é feito de acordo com a Equação 2 (KARDEC; NASCIF, 2009).

$$MTTR = \frac{\text{Tempo total de reparo}}{\text{Numero de reparos efetuados}} \quad (2)$$

Sendo o tempo total dado em horas.

E por fim, segundo Kardec e Nascif (2009), a Disponibilidade Inerente é calculada por:

$$\text{Disponibilidade Inerente (\%)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100 \quad (3)$$

- Disponibilidade Operacional:

Tempo Médio entre Manutenções ou também *Mean Time between Maintenance* (MTBM), é similar ao MTBF. É um indicador que representa o tempo médio da realização de uma manutenção para outra. O cálculo do MTBM é exercido a partir da equação 4 (KARDEC; NASCIF, 2009).

$$MTBM = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Número de observações}} \quad (4)$$

Sendo o tempo total dado em horas.

Tempo Médio de Paralisação, ou MDT (*Mean Down Time*), é um indicador que corresponde ao tempo médio que um determinado equipamento ficou parado até à utilização. Neste caso, consideram-se todos os demais tempos: logísticos, esperas, deslocamentos, paradas para inspeções, manutenções e outros. O cálculo do MDT é realizado a partir da equação 5 (KARDEC; NASCIF, 2009).

$$MDT = \frac{\text{Tempo total de paralisações}}{\text{Números de reparos efetuados}} \quad (5)$$

Enfim, a Disponibilidade Operacional de acordo com Kardec e Nascif (2009) é calculada por:

$$\text{Disponibilidade Operacional (\%)} = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} * 100$$

(6)

Além dos indicadores já citados, Pereira (2009) afirma que existem também outros que podem ser aplicáveis, como, por exemplo: OEE (Eficiência Global de Equipamentos); Tempo de Espera de Atendimento a Solicitações, etc.

2.3.1 Tipos de Manutenção

São vastas as formas de se atuar na manutenção, a depender da área e do equipamento. Ante a isso, foca-se, nesta pesquisa, apenas nos tipos de manutenção aplicados no sistema embarcado *Easymine*, fornecido pela empresa Instale Tecnologia Ltda., o qual é o foco de análise desta pesquisa. Nesse sistema, a empresa fornecedora aplica apenas a manutenção Corretiva e a Preventiva. Esses dois tipos de manutenção são abordados pela NBR 5462 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994) e serão definidos a seguir.

2.3.1.1 Manutenção Corretiva Planejada e Não Planejada

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a Manutenção Corretiva significa a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane¹⁷ destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” pela NBR 5462 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 7). Em outros termos, a Manutenção Corretiva é caracterizada simplesmente pelo conserto de algo quebrado; não requer um estudo de causas para determinar o que ocasiona a falha, a causa raiz (causa principal do problema), mesmo que isso determine a troca de certa peça muitas vezes ao dia (SANTOS, 2013).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), esse tipo de manutenção é definido pela necessidade de atuação imediata. Sendo a ação principal a de corrigir ou a de restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou do sistema. No entanto, não é necessariamente uma atuação de caráter emergencial. Ainda conforme os autores, esse tipo de manutenção é desencadeado por duas ações específicas: (i) o desempenho deficiente do

¹⁷ “Estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos” de acordo com NBR 5462 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.4).

equipamento, apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais ou de funcionamento, e (ii) a ocorrência da falha.

Ainda sobre a manutenção corretiva, Kardec e Nascif (2009) sugerem a divisão dessa manutenção em duas vertentes, quais sejam: (i) Manutenção Corretiva Não Planejada e (ii) Manutenção Corretiva Planejada. A Manutenção Corretiva Não Planejada, ou emergencial, é caracterizada pela ação imediata e sem planejamento. Como não há um tempo de preparação, são gerados custos inesperados e, ainda, pode acarretar perdas na qualidade do produto, podendo afetar o meio ambiente e a segurança. Ainda sim, existem casos em que a manutenção corretiva não planejada pode ser aplicada, de acordo com Pereira (2009):

- Em ativos de custo operacional baixo;
- Em ativos que possuem mais de um equipamento com a mesma característica técnica;
- Em ativos que não são considerados principais;
- Em ativos de alto índice de manutenibilidade¹⁸, ou seja, de fácil manutenção;
- Em ativos cujos técnicos responsáveis pela manutenção estão preparados para realizar um serviço rápido e eficiente, em que a falha ou a pane estejam evidentes.

Os casos de Manutenção Corretiva citados por Pereira (2009) ilustram a aplicabilidade desse tipo de manutenção.

No que se refere à Manutenção Corretiva Planejada é executada a partir do monitoramento (manutenção proativa: preditiva, detectiva, inspeção e prescritiva) para verificar a condição de funcionamento de um equipamento, e, mediante a falha ou o desempenho abaixo do esperado, são adotadas ações de reparo programadas. Pereira (2009) corrobora com essa definição, a Manutenção Corretiva Planejada é realizada a partir de estudos estatísticos que comprovam a frequência de ocorrências ou de serviços corretivos previamente programados.

2.3.1.2 Manutenção Preventiva

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a Manutenção Preventiva é definida como a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de

¹⁸ Manutenibilidade é definido como a “capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 3).

acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 7). Esse tipo de manutenção, segundo Soeiro, Olivio e Lucato (2017), tem por objetivo determinar o momento ideal para efetuar uma parada, ou seja, são realizados planejamentos e definidas, com antecedência, as tarefas que serão executadas durante esse processo, a fim de evitar eventuais paradas durante a produção. Kardec e Nascif (2009) corroboram com a informação de que essa manutenção tem por finalidade evitar a ocorrência de falhas, ou melhor, prevenir a ocorrência de Manutenção Corretiva não planejada.

Pereira (2009) ressalta que a Manutenção Preventiva surgiu, principalmente, para aumentar a Disponibilidade e a Confiabilidade dos ativos empresariais, objetivando maior competitividade das empresas no mercado. Entretanto, em alguns setores, o fator de segurança é preponderante aos demais. Dessa forma, a adoção da Manutenção Preventiva é de suma importância, como, por exemplo, em determinados sistemas ou componentes da aviação (KARDEC; NASCIF, 2009).

Kardec e Nascif (2009) asseveram ainda que a definição de periodicidade e de substituição deve ser estipulada para cada instalação em individual, uma vez que certos elementos podem influenciar na degradação e na vida útil dos equipamentos, tais como: condições operacionais e ambientais. Em vista disso, algumas condições devem ser levadas em consideração, segundo esses autores, para a utilização da Manutenção Preventiva, as quais sejam:

- Não é possível a implantação da Manutenção Preditiva;
- Equipamentos de difícil parada devido à grande utilização operacional ou sistemas de operação contínua;
- Riscos ambientais.

No que tange à disponibilidade física, a Manutenção Preventiva manifesta resultados positivos na diminuição de ocorrência de falhas e também na redução da frequência de paradas inesperadas da produção. Por outro lado, a Manutenção Preventiva é cara, tendo em vista o custo direto de manutenção, vez que as trocas de peças e de componentes são feitas antes de alcançarem sua vida útil (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017).

O próximo capítulo abordará a metodologia utilizada neste trabalho.

3 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é expor as estratégias metodológicas utilizadas para o exercício desta pesquisa. Para tanto, decidiu-se dividir esse capítulo em quatro etapas, sendo elas: a caracterização da pesquisa; a unidade de análise e de observação; a empresa pesquisada e as técnicas de coleta e de análise dos dados.

3.1 Caracterização da pesquisa

Tendo em vista o objetivo geral desta pesquisa, o qual seja: analisar os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine*, fornecido pela empresa Instale Tecnologia Ltda., sob a ótica dos usuários finais (clientes), o presente trabalho desenvolve-se por meio de uma abordagem qualitativa, uma vez que lança mão da análise de opinião e de questionários como fonte de coleta de dados. Utilizando-se os métodos qualitativos, busca-se explicar quais os impactos do referido sistema nos processos das três empresas pesquisadas, a fim de demonstrar os pontos positivos e as oportunidades de melhoria, porém sem quantificar os valores e as trocas simbólicas, nem submeter os dados obtidos a prova de fatos, dado que os dados analisados são imensuráveis e susceptíveis a diferentes abordagens (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto à natureza da pesquisa, esta se configura como descritiva, já que, de acordo com Gil (2008), possui como objetivo principal a análise e a descrição das opiniões sobre o objeto de pesquisa selecionado. No que concerne aos objetivos esta pesquisa é considerada exploratória, visto que tem como finalidade a descoberta de conceitos e de ideias sobre a ferramenta estudada (GIL, 2008). Ainda segundo Gil (2008), esse tipo de pesquisa envolve o levantamento bibliográfico e documental, a entrevista não padronizada e os estudos de caso.

É importante salientar que, conforme Gil (2008), o objetivo principal da pesquisa exploratória é construir uma visão geral sobre um determinado fato. Esse tipo de investigação é utilizado quando o tema escolhido é pouco explorado. O trabalho em tela é exploratório porque aborda um tema específico acerca do qual não há trabalhos ainda publicados, seja do ponto de vista de sua aplicação (sistemas embarcados voltados para mineração), seja do ponto de vista dos sistemas desenvolvidos pela empresa Instale Tecnologia Ltda.

Ademais, esta pesquisa constitui um estudo de caso. De acordo com Gil (2008), o estudo de caso é qualificado como um estudo amplo e exaustivo de objetos específicos. Para

Fonseca (2002), trata-se de um estudo aprofundado estabelecido acerca de um sistema específico. Em outros termos, ainda com Fonseca (2002), trata-se de um estudo que busca conhecer como e por que uma situação específica pode ser inovadora, e o que tem de mais diferente e característico na situação analisada. Ainda consoante com o autor, o estudo de caso pode ser interpretativo, quando visa entender o objeto de estudo sob a ótica dos participantes, tal qual se busca nesta pesquisa.

3.2 Unidade de análise e observação

O estudo de caso em questão fundamenta-se na investigação do impacto da utilização de um sistema embarcado, especificamente, o sistema embarcado *Easymine*, sob a ótica dos clientes da empresa Instale Tecnologia Ltda. Ante a esse objetivo, a análise e a observação desenvolvida nesta pesquisa fundamentam-se na interpretação qualitativa dos dados fornecidos, pelos clientes desse *software*, por meio de questionários e pela pesquisa documental. Esses dados constituem a unidade de análise e observação desta pesquisa, os quais são analisados a partir da visão interna dos sujeitos de pesquisa. Os usuários do *software* que foram abordados e constituem os sujeitos desta pesquisa fazem parte dos níveis operacional e tático de três empresas de mineração na região de Araxá-MG. Esses sujeitos de pesquisa foram divididos em dois grupos: (i) os profissionais do planejamento operacional (como Operadores de máquinas, Motoristas de caminhões, Encarregados) e (ii) os responsáveis pelo planejamento tático (Líderes, Planejadores). Ademais, salienta-se que somente usuários do *software* com mais de cinco (5) anos de trabalho nas empresas pesquisadas fazem parte dos sujeitos de pesquisa. Essa escolha se justifica, uma vez que se busca analisar a visão interna desse sujeito de pesquisa antes da implantação do sistema embarcado analisado e depois da instalação desse sistema.

Estabelecidas essas diretrizes e realizado o levantamento do número de sujeitos de pesquisa possíveis, a amostra dessa pesquisa conta com quatorze (14) profissionais representantes do grupo (ii), os responsáveis pelo planejamento tático e, vinte e seis (26) do grupo (i), os profissionais do planejamento operacional.

3.3 Empresa pesquisada

Com mais de treze (13) anos de mercado, a Instale Tecnologia Ltda.¹⁹ iniciou suas atividades prestando serviços de Tecnologia de Informação para as empresas de Araxá-MG e região. Em 2010, desenvolveu o sistema de despacho eletrônico *Easymine*, que automatiza os processos de operação de mina e permite uma melhor gestão dos ativos, sejam esses fixos ou móveis, auxiliares ou produtivos. Assim sendo, através da instalação do sistema embarcado, a Instale Tecnologia Ltda. pretende visualizar as informações sobre as operações da mina em tempo real. A partir daí, seu foco passou a ser a automação de mina, oferecendo, além do sistema de despacho analisado, outras soluções para facilitar a gestão nesse tipo de segmento (INSTALE TECNOLOGIA LTDA, 2019). Atualmente, a empresa atua com recursos tecnológicos de ponta e foco em inovação, para oferecer soluções tecnológicas e automação, sem deixar de lado a preocupação com as questões de meio ambiente e de segurança.

O sistema *Easymine*, tem como propósito, a partir de informações em tempo real, auxiliar os operadores no gerenciamento de ativos e também pretende otimizar os processos e a redução de custos para a gestão de operação de mina de forma totalmente digital. Ele funciona por meio de uma plataforma digital, na qual são disponibilizadas várias funcionalidades, desde o sistema de despacho, que é a principal, a gestão de frotas e o monitoramento de pessoas, até o rastreamento de ativos (INSTALE TECNOLOGIA LTDA, 2019). Optou-se, nesta pesquisa, por analisar este *software*, haja vista a fácil acessibilidade do pesquisador à empresa desenvolvedora, aos clientes e aos setores que utilizam a ferramenta nas três empresas de mineração pesquisadas em Araxá-MG.

3.3.1 Clientes

Entre os vários clientes da empresa Instale Tecnologia Ltda., destacam-se, na Figura 13, os principais.

¹⁹ Disponível em: <https://www.instaletecnologia.com.br/>. Acesso em: 15 set. 2019.

Figura 13 - Clientes.



FONTE: Instale Tecnologia Ltda. (2019).

3.4 Técnicas de coleta de dados

As técnicas de coleta e de análise de dados utilizadas nesta pesquisa são duas: questionário e pesquisa documental.

No que concerne ao questionário, segundo Cervo, Bervian e Silva (2011), trata-se de um método de coleta de dados que engloba um número ordenado de questões, todas logicamente relacionadas, com um problema central. Nesse caso, o pesquisador é o responsável pela coleta de dados, enquanto o informante, sujeito da pesquisa, é a fonte das informações. Enquanto método privilegiado de coleta de dados, o questionário, segundo Marconi e Lakatos (2015), oferece várias vantagens e limitações, entre as quais se destaca:

Vantagens:

- Alcança um grande número de dados e pessoas em pouco tempo.
- As respostas são coletadas de forma mais rápida e precisa.
- Devido ao anonimato, as respostas são dadas com maior liberdade.
- As respostas não identificadas, desse modo oferece mais segurança ao respondente.

Limitações:

- Incapacidade de orientar o informante em questões mal compreendidas.

- As circunstâncias que foram preenchidas são desconhecidas, portanto, é difícil o controle e a verificação.
- Caso seja feita a leitura antes de responder, pode ocorrer de uma questão influenciar a outra.
- O tempo disponível para responder é maior, e pode ser respondido a critério do informante em hora mais cômoda.

No que se referem aos tipos possíveis de questionários esta pesquisa adota tanto afirmações de múltiplas escolhas e quanto abertas. Ao questionário do tipo de múltiplas escolhas, segundo Marconi e Lakatos (2015) são constituídos por afirmações fechadas. No entanto, apresentam uma sequência de possíveis respostas. Já no que tange as afirmações abertas, também denominadas de livres, ainda em consonância com as autoras, são as que admitem ao informante responder espontaneamente, podendo assim, expressar opiniões.

As afirmações de múltiplas escolhas são divididas em tipos, e nesse trabalho serão utilizadas afirmações de estimativa, também conhecidas por avaliação. Esse tipo de questionário, em concordância com Marconi e Lakatos (2015), estabelece uma avaliação por meio de uma escala com vários graus de intensidade para um mesmo elemento. As autoras ressaltam ainda que esse tipo de técnica é de fácil preenchimento e, principalmente, possibilita a exploração em profundidade quase tão eficiente quanto as de afirmações abertas.

Salienta-se, ainda de acordo com Marconi e Lakatos (2015), sobre os questionários, que a elaboração requer alguns cuidados, quanto ao conteúdo, ao vocabulário e a bateria de afirmações. No caso deste trabalho, o conteúdo dos questionários foi estruturado após um estudo documental, levando em consideração a experiência do pesquisador com o tema, e os sujeitos da pesquisa, para que não sejam elaboradas afirmações que não possam ser respondidas. Quanto ao vocabulário, foram utilizados apenas termos de conhecimento dos participantes de forma clara e objetiva. A bateria de afirmações estruturou-se com oito (8) afirmações de múltiplas escolhas e um (1) pergunta aberta direcionada para (i) os profissionais do planejamento operacional e doze (12) afirmações múltiplas escolhas e uma (1) pergunta aberta direcionadas (ii) aos responsáveis pelo planejamento tático. Dessa forma, foi estabelecido um equilíbrio entre a quantidade de questões com o objetivo de abordar os principais assuntos da pesquisa e, ao mesmo tempo, não estender o questionário ao ponto de torna-lo cansativo para quem responde.

Antes de ser iniciada a pesquisa de campo, o questionário foi testado com dois (2) analistas e dois (2) técnicos da empresa Instale Tecnologia Ltda., pelo fato de conhecerem o sistema *Easymine* e o público alvo do estudo, com a finalidade de verificar se todas as questões estavam claras, objetivas e transparentes. Marconi e Lakatos (2015) evidenciam a importância de aplicar o pré-teste, vez que possíveis falhas durante a elaboração podem passar despercebidas.

No que tange a coleta de dados, foi enviado em conjunto ao questionário uma nota de esclarecimento explicando a natureza e intenções da pesquisa, de modo a resguardar o direito de participação, bem como a confiabilidade da pesquisa. Marconi e Larkatos (2015) reiteram que deve ser enviada uma carta ou uma nota em conjunto com o questionário para despertar o interesse dos informantes e esclarecer as intenções da pesquisa.

Por fim, o questionário foi enviado por meio de e-mail eletrônico dos informantes responsáveis pelo planejamento tático e para os profissionais do planejamento operacional. Com a intenção de reduzir influências externas, os sujeitos da pesquisa foram autorizados pelas empresas a se ausentarem de suas tarefas, em horários alternativos, sem tempo determinado, para responderem o questionário em uma sala reservada e com acesso a computador. Esse método foi aplicado nas três (3) empresas da região de Araxá. Assim sendo, um total de 26 participantes (i) dos profissionais do planejamento operacional e 14 respondentes (ii) dos responsáveis pelo planejamento tático responderam. É importante salientar que a pesquisa de campo foi iniciada no dia 16/10/2020 e concluída no dia 30/10/2020.

Além dos questionários, como método de coleta de dados, utilizou-se, também, a análise documental. Esse método consiste na obtenção de informações, por meio da análise de documentos como: livros, papéis oficiais, relatórios, registros estáticos, fotos etc. (GIL, 2008). De acordo com Marconi e Lakatos (2015), são três as fontes de documentos, quais sejam: arquivos públicos, arquivos particulares e fontes estatísticas. Neste trabalho, a análise documental focalizou, especificamente, arquivos particulares da empresa desenvolvedora do *software* e os documentos da desenvolvedora direcionados para as três empresas em que o sistema está em operação.

Ainda no que se refere à análise documental foram feitos estudos dos manuais de utilização do sistema e das propostas técnicas, a fim de se identificar as funções e funcionalidades que o sistema propõe realizar. Além disso, foi coletado através de um acervo eletrônico, dados relativos a paradas e manutenções corretivas não planejadas referentes à parte de *hardware*, com o objetivo investigar indicadores relacionados à Disponibilidade Física do sistema embarcado.

3.5 Estratégias de tratamento e de análise dos dados

Definidas as estratégias de coleta de dados, nesta seção detalha-se, ante aos objetivos apresentados, de que modo os dados coletados foram tratados e analisados.

O primeiro passo desta pesquisa consistiu em analisar a proposta técnica do sistema embarcado *Easymine* nos documentos fornecidos pela Instale Tecnologia Ltda. Essa análise documental se deu da seguinte forma: (i) inicialmente, realizou-se a leitura de proposta técnicas e manuais de utilização do sistema. (ii) posteriormente, verificou-se em uma base de teste se o sistema apresenta as funcionalidades e funções citadas. Nessa análise, buscou-se mapear o que o sistema se propõe a realizar.

O segundo passo compreendeu o levantamento, nas três empresas do município de Araxá em que o sistema está em operação, de dados concernentes a paradas e manutenções corretivas não planejadas do que se refere à parte de *hardware*, no sentido de se possibilitar o cálculo dos indicadores de manutenção: MTBM, MDT e a Disponibilidade. Os dados foram obtidos durante os períodos de 01/01/2020 à 28/10/2020, por meio da plataforma virtual ciclo de vida²⁰, na qual é feita a abertura das ordens de serviço para eventuais manutenções. No que concerne ao tratamento da massa de dados, utilizou-se o *software Power BI*, aplicando as equações 4,5 e 6. Quanto ao cálculo de MTBM, foi encontrado a partir da equação 4:

$$MTBM = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Número de observações}} \quad (4)$$

A partir do cálculo entre as diferenças dos períodos compreendidos entre 01/01/2020 e 28/10/2020, possibilitou identificar a quantidade de horas totais durante esse intervalo de tempo. Assim sendo, resultou-se em um total de sete mil e duzentos e quarenta e sete vírgula noventa e oito (7247,98) horas. Com base nesses dados, foi possível determinar o tempo total de funcionamento subtraindo sete mil e duzentos e quarenta e sete vírgula noventa e oito (7247,98) pelo tempo em que o sistema ficou parado. Quanto ao número de observações, bastou-se identificar as quantidades de ordens de serviços por equipamento. O cálculo de MDT foi realizado a partir da equação 5:

$$MDT = \frac{\text{Tempo total de paralisações}}{\text{Números de reparos efetuados}} \quad (5)$$

²⁰ Disponível em: <http://ciclovida.azurewebsites.net/Acesso>. Acesso em: 10 set. 2020

Para calcular uma Disponibilidade Operacional foi considerado o tempo total em que o sistema *Easymine* ficou inativo, haja vista que a variável Tempo Total de Paralisações referiu-se ao intervalo de abertura das ordens de serviços até que a mesma fosse resolvida. Considerando não somente o tempo de manutenção, mas também, outros parâmetros como: deslocamento, esperas, atrasos, entre outros. No que tange aos números de reparos efetuados, bastou-se identificar as quantidades de ordens de serviços por equipamento. Para encontrar a Disponibilidade utilizou-se a equação 6.

$$\text{Disponibilidade Operacional (\%)} = \frac{MTBM}{MTBM+MDT} * 100$$

(6)

Por fim, após terem sido obtidos os indicadores de MTBM e MDT, calculou-se a Disponibilidade do sistema *Easymine*. Sendo os tempos dos indicadores de MTBM e MDT dados em horas. Vale ressaltar que, o único indicador exigido pelo contrato de algumas empresas clientes, é o Tempo Médio de Paralisação. Em relação às Empresas 1 e 2, consta em contrato que a Instale Tecnologia Ltda. tem que efetuar as manutenções em um período de 60 horas, a partir da abertura da ordem de serviço. Assim sendo, os outros indicadores foram calculados apenas para complementar a pesquisa. Em consequente, para melhor visualização dos dados, e bem como resumo dos resultados, foram calculados a média dos indicadores de manutenção para cada empresa.

O terceiro passo foram as aplicações dos questionários junto aos sujeitos da pesquisa. É válido salientar que, com o intuito de alcançar o objetivo geral de avaliar os impactos de um sistema embarcado específico aplicado na mineração, foi necessário analisar o sistema de despacho como um todo, tanto a parte gerencial quanto a embarcada. Para tanto, os sujeitos desta pesquisa, os quais serviram como respondentes, foram divididos em dois grupos: (i) os profissionais do planejamento operacional (como operadores de máquinas, motoristas de caminhões e encarregados) e (ii) os responsáveis pelo planejamento tático (planejadores e líderes). Vale ainda ressaltar que os questionários direcionados para o primeiro grupo abordam assuntos relacionados ao módulo embarcado e, ao segundo grupo ao módulo gerencial. Desse modo, essa separação contribuiu para a assertividade dos resultados, tendo em vista que são os usuários diretos de cada parte do sistema, tais como: embarcada e gerencial.

O quarto passo consistiu em comparar os dados obtidos dos questionários direcionados aos os dois grupos de sujeitos pesquisados, (i) os profissionais do planejamento operacional e (ii) os responsáveis pelo planejamento tático, buscando evidenciar os pontos convergentes e divergentes em relação ao que o sistema se propõe a realizar. Para isso, houve a criação de mapas comparativos a partir dos dados obtidos pelos questionários aplicados aos profissionais do planejamento operacional, aos responsáveis pelo planejamento tático e por meio da análise documental. A partir do mapa foi possível representar graficamente o conjunto de considerações discursivas

cedidas pelos sujeitos de pesquisa. Este tipo de mapa foi escolhido porque permite exprimir diversas relações entre os conceitos como: similaridade, causa, efeito, proximidade e continuidade (VERGARA, 2005).

O quinto e último passo desta pesquisa consistiu em efetuar a triangulação de dados entre as empresas, comparando as opiniões de respondentes do mesmo nível organizacional (operacional e tático) de cada organização em relação às funcionalidades prevista pelo sistema *Easymine*. Esse método foi utilizado, pois por se tratar de uma pesquisa qualitativa de acordo com Denzin e Lincoln (2005), é possível responder as mesmas afirmações por diferentes fontes de respostas. Desse modo, objetivando-se adiantar a triangulação de dados entre as fontes de respostas, foram criados os mapas comparativos no passo anterior, visando comparar a opinião dos respondentes em relação ao que o sistema propõe a realizar, após a essa etapa, relacionou-se os mapas comparativos correspondentes de cada uma das empresas pesquisadas.

A partir da criação dos mapas, foram apresentadas subdivisões dos questionários de forma resumida, para facilitar o entendimento da visualização e disposição dos resultados. Foram adotados os seguintes critérios para aceitação e indeterminação das afirmações de cada empresa:

- Aceitação:
 - Concordância com as afirmativas: para que uma afirmação seja verdade, considerou-se quando os respondentes em sua maioria tendem a concordar parcialmente ou totalmente com a questão, entretanto deverá apresentar um percentual superior ou igual a 70 por cento (%).
 - Discordância com as afirmativas: para que uma afirmação seja falsa, atentou-se nas ocorrências na qual o número de respondentes em sua maioria inclinam-se para discordar totalmente, ou discordar parcialmente, no entanto deverá apresentar um percentual superior ou igual a 70 por cento (%).
- Indeterminação (respostas divergentes e dispersas): neste caso, consideraram-se soluções divergentes, as respostas não passíveis de conclusões. Diante disso, situações em que o número de participantes que optaram em responder “Não sei dizer” fossem igual ou superior às outras escalas, foi dada como indeterminada a resposta. Também considerou-se como indeterminadas as respostas muito dispersas, ou seja, em ocorrências em que os extremos foram inferiores a 70 por cento (%). Exemplo: 60 por cento (%) dos respondentes dizem concordar totalmente e parcialmente ou 55 por cento (%) dizem discordar parcialmente e totalmente. Ou seja, em casos de percentuais distribuídos entre as respostas, de forma a não somarem um percentual superior ou igual a 70 por cento (%) para quaisquer dos extremos.

Por fim, também apresentou-se de forma condensada os indicadores de manutenção para cada empresa e em conseqüente, foram estabelecidos e transcritos os impactos identificados na utilização do sistema *Easymine*.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

O objetivo deste capítulo é apresentar, analisar e interpretar os resultados obtidos desta pesquisa. Para tanto, decidiu-se dividir esse capítulo em três etapas, sendo elas: apresentação geral, interpretação e análise dos resultados e discussão dos resultados.

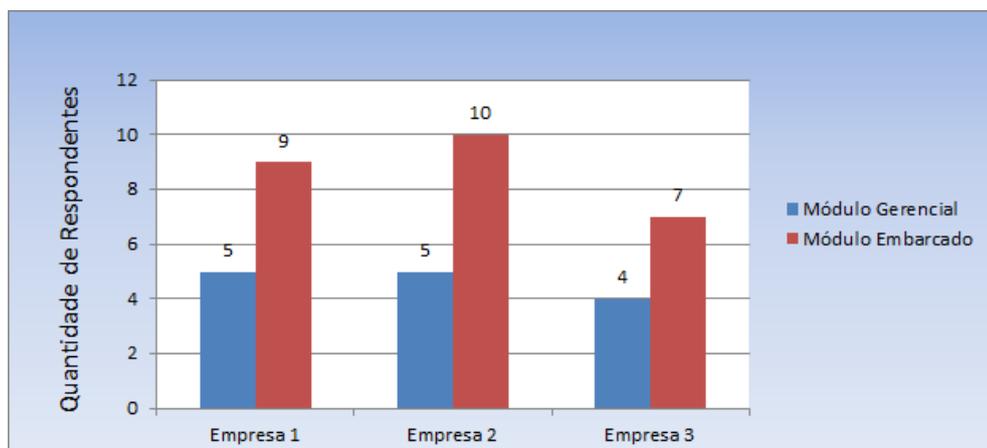
4.1 Apresentação Geral

A pesquisa documental foi frequente durante todo o trabalho. Assim sendo, não houve um período específico para realização dessa etapa. Entretanto, a pesquisa de campo foi realizada entre os dias 16 e 30/10/2020, tendo como base os questionários informados no Apêndice A. A aplicação se deu nas três (3) empresas pesquisadas neste trabalho.

Em consoante com as definições do capítulo anterior (Metodologia), foram escolhidos apenas os respondentes que atenderam aos critérios metodológicos estabelecidos. Os questionários foram separados em dois módulos, quais sejam: o módulo embarcado, aplicado aos profissionais do planejamento operacional (como operadores de máquinas, motoristas de caminhões e encarregados) e o módulo gerencial, aplicado aos responsáveis pelo planejamento tático (planejadores e líderes). A quantidade de respondentes por questionário e empresa é apresentada no

Gráfico 1. Na empresa 1, cinco (5) participantes responderam o questionário referente ao módulo gerencial e nove (9) ao módulo embarcado. Para a empresa 2, cinco (5) responderam ao módulo gerencial e dez (10) ao módulo embarcado. E por fim, para a empresa 3, quatro (4) participantes para o módulo gerencial e sete (7) para o módulo embarcado.

Gráfico 1 - Respondentes por questionário para cada empresa.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 Interpretação e Análise dos Resultados

Objetivando-se facilitar o entendimento e a visualização dos resultados, serão apresentados dois tipos principais de mapas comparativos. No que tange ao primeiro gênero, os gráficos de cada questionário serão exibidos separadamente para cada empresa pesquisada. A análise seguirá as subdivisões das afirmações como a seguir:

Para a parte do questionário denominada Módulo Embarcado:

- Funcionalidades: Afirmações de 1 à 5.
- Aplicabilidades: Afirmações de 6 à 8.

Para a parte do questionário denominada Módulo Gerencial:

- Operação: Afirmações de 1 à 4.
- Segurança: Afirmações 5 e 6.
- Produção: Afirmações 7 e 8.
- Gestão: Afirmações de 9 à 12.

Para o outro gênero de mapa comparativo, o estudo fará um confronto dos resultados das respostas entre as empresas. Desta maneira, será efetuada a triangulação de dados apresentando um esboço gráfico geral das opiniões, tendo como foco o aprofundamento das respostas aceitas de acordo com a condição ora estabelecida no capítulo Metodologia. Os resultados são apresentados de acordo com as afirmações contidas nos questionários conforme consta do Apêndice A. Após a triangulação, foram apresentados os questionários de forma resumida, contendo as (três) 3 empresas, como forma de facilitar o entendimento das

disposições dos resultados e o dimensionamento dos mapas comparativos entre as organizações. Neste caso, será avaliado o que a maioria considerou, respeitando os critérios estabelecidos no capítulo (3.5 – Estratégias de tratamento e análise dos dados). Para fins de se identificar a Disponibilidade, será apresentada a relação desse índice para cada sistema embarcado (*hardware*) entre as três (3) empresas, e posteriormente, a disponibilidade média, no sentido de se apresentar o tempo de funcionamento do sistema *Easymine* nas 3 organizações.

4.2.1 Empresa 1

Como método de abordagem aos sujeitos da pesquisa será apresentado, em princípio, o questionário referente ao módulo embarcado direcionado aos responsáveis do planejamento operacional, bem como os seus respectivos mapas comparativos. Sucessivamente, será apresentado o questionário sobre o módulo gerencial direcionado aos responsáveis do planejamento tático, além dos mapas comparativos. E, por fim, serão apresentados os indicadores de manutenção da empresa 1.

4.2.1.1 Módulo Embarcado

O Gráfico 2, exibe o bloco Funcionalidades. Esse questionário foi apresentado ao grupo de respondentes responsáveis pelo planejamento operacional da empresa 1, no que se refere à Afirmação 1: “O sistema apresenta interface amigável e favorece pleno domínio ao usuário”. O Gráfico 2 apresenta como cada participante respondeu o questionário, possibilitando a visualização dos resultados obtidos. Em relação à Afirmação 1, houve uma similaridade nas respostas, visto que dos nove (9) participantes seis (6) concordaram totalmente com a afirmação, e apenas três (3) respondentes concordaram parcialmente.

A Afirmação 2: “As aplicações e as telas do sistema *Easymine* apresentam alto nível de velocidade de processamento”, foi aplicada aos respondentes e os resultados se encontram no Gráfico 2. Como podem ser visualizados no Gráfico 2, seis (6) respondentes concordaram parcialmente. Entretanto, dois (2) discordaram totalmente e um (1) discordou parcialmente.

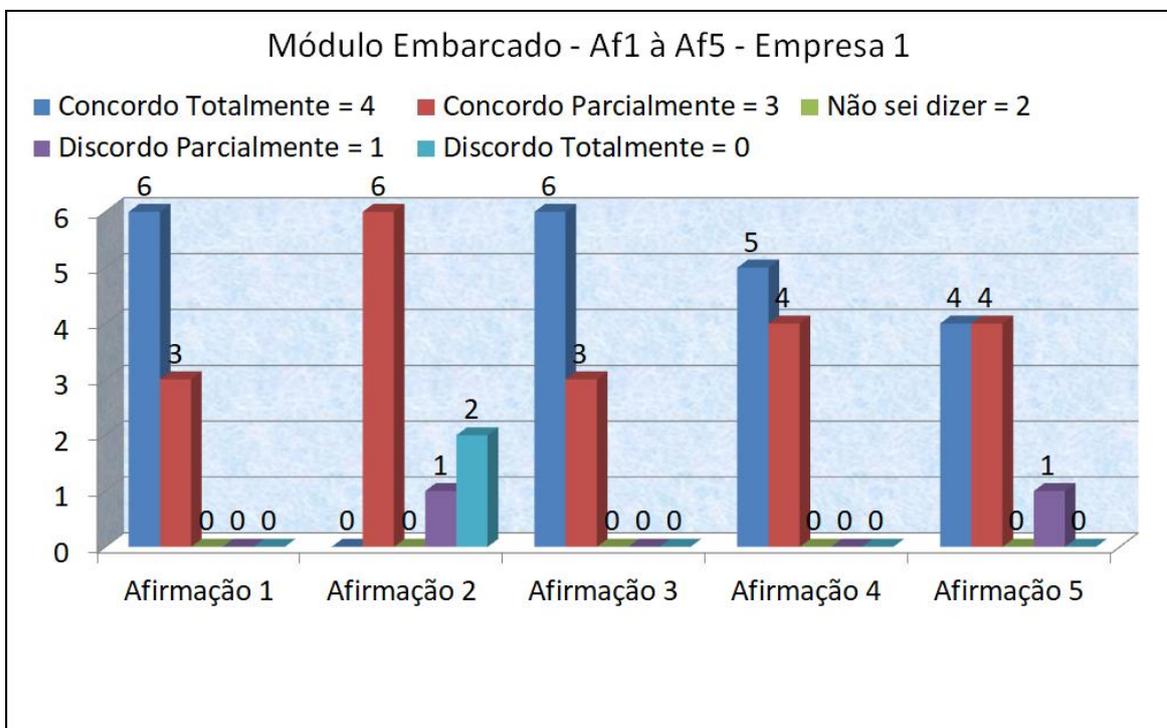
No Gráfico 2 podem ser verificadas as respostas sobre a Afirmação 3: “A tela de confirmação de atividade, também denominada frente de trabalho, fornece as informações

necessárias para o início da execução das atividades”. Como pode ser verificado no gráfico 2, há uma grande similaridade entre as respostas, a maior parte concordou totalmente. As únicas divergências estão entre três (3) respondentes, uma vez que concordaram parcialmente.

A quarta afirmação: “O campo de operação, no qual são apontadas, em tempo real, as ocorrências (por exemplo: carregamento, basculamento, perfuração, desmonte, detonação e irrigação de vias) e as eventuais paradas e manutenções, atende às necessidades durante a operação”. As repostas dos participantes, considerando o nível de afinidade com o exposto na referida afirmação foi a base para a execução do Gráfico 2. Em relação aos resultados obtidos dos nove (9) respondentes, cinco (5) concordaram totalmente e quatro (4) concordaram parcialmente.

Diante do Gráfico 2, é possível afirmar que, de acordo com a Afirmação 5: “A interface de *checklist* é prática e eficiente”, nota-se que cinco (4) participantes concordaram totalmente e quatro (4) concordaram parcialmente, porém um (1) respondente discordou parcialmente.

Gráfico 2 – Mapa Comparativo, bloco Funcionalidades (Empresa 1).



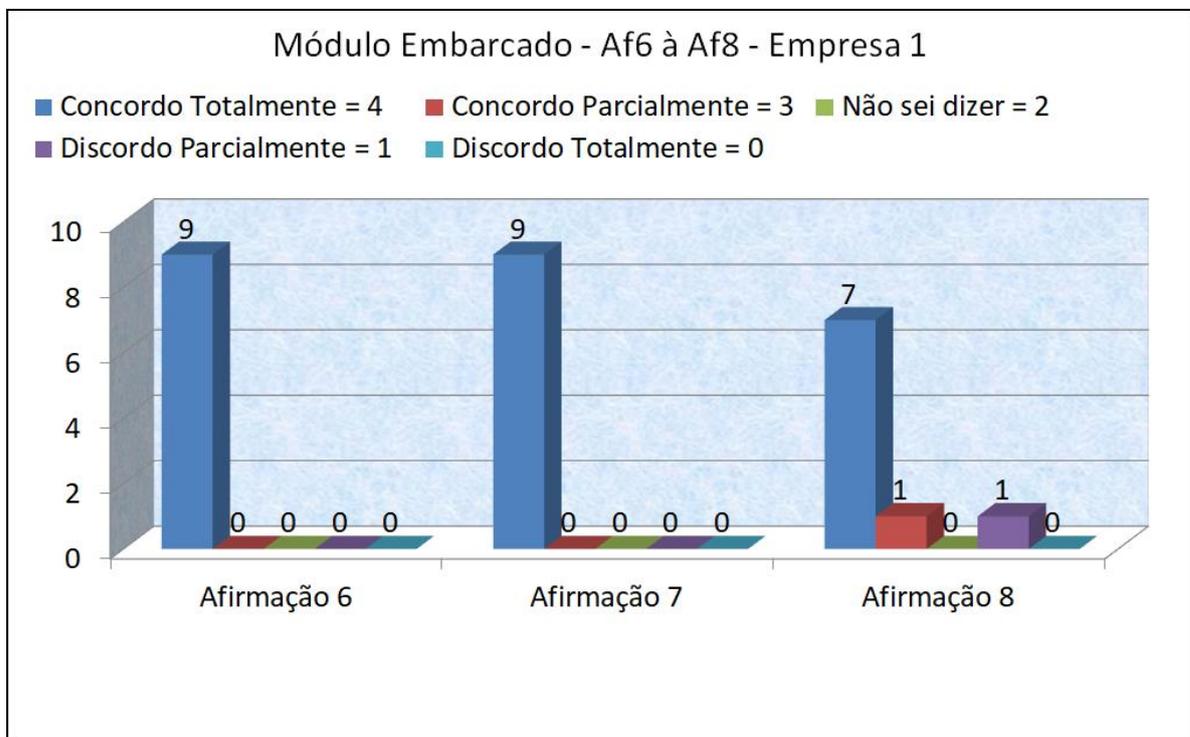
Fonte: Dados da pesquisa.

No Gráfico 3 são apresentados os resultados referentes ao bloco Aplicabilidades. Por meio desse gráfico é possível visualizar os dados obtidos a partir das respostas de cada um dos nove (9) respondentes, considerando o nível de concordância de cada um, quanto ao abordado na Afirmação 6: “O sistema torna a operação mais dinâmica”. Percebe-se uma unanimidade entre as respostas dos participantes, diante da qual todos concordaram totalmente.

Ao analisar os resultados da Afirmação 7: O sistema *Easymine* traz benefícios em relação à execução das tarefas diárias se comparado aos métodos convencionais (papéis e pranchetas). Através do Gráfico 3, seguindo uma tendência de concordância, nota-se uma unanimidade nas respostas, em que todos concordaram totalmente.

Ainda tendo como base o Gráfico 3, as respostas tenderam a uma similaridade na qual todos concordam totalmente ou parcialmente, exceto um (1) respondente que discorda parcialmente no que tange à Afirmação 8: “A partir da utilização do sistema, percebeu-se melhoras no desempenho dos serviços”.

Gráfico 3 - Mapa Comparativo, bloco Aplicabilidades (Empresa 1).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.1.2 Módulo gerencial

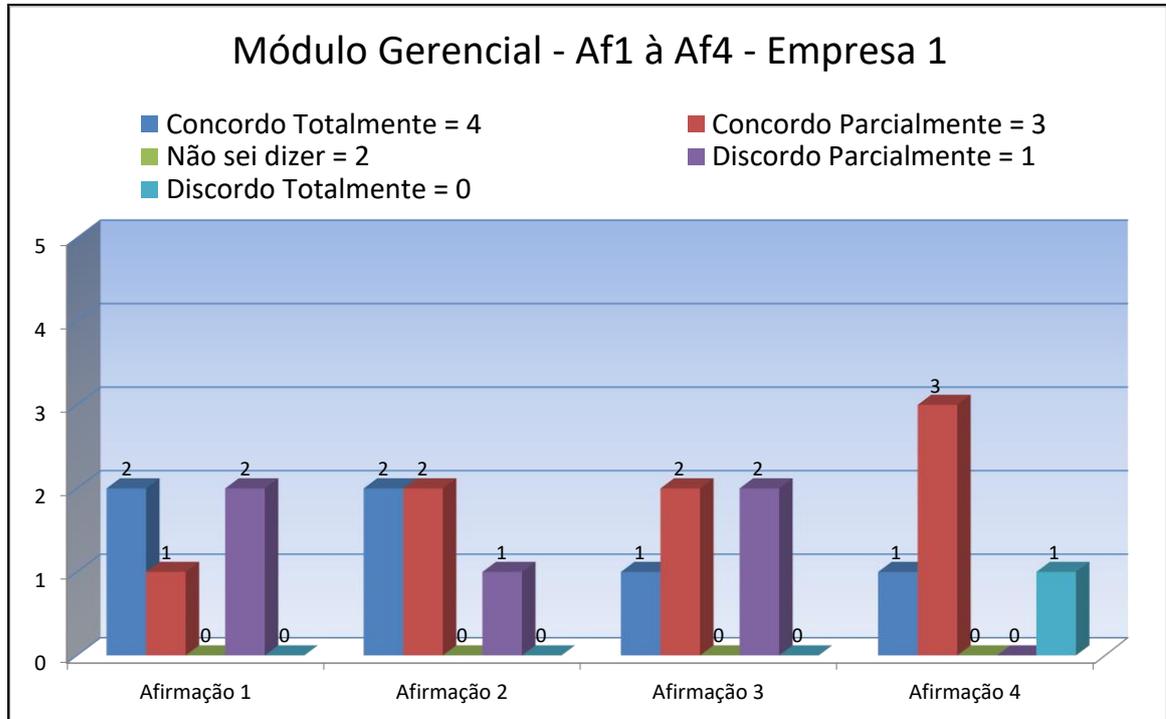
O Gráfico 4 exibe o bloco Operação que foram apresentadas as afirmações de 1 a 4 ao grupo de respondentes responsáveis pelo planejamento tático da empresa 1. Para a Afirmação 1: “O sistema *Easymine* é eficiente no acompanhamento (localização e rastro) dos equipamentos em tempo real (geoprocessamento)”, ao lerem a afirmação exposta, coube aos respondentes avaliarem em que grau de concordância eles se identificaram. Analisando o gráfico, vê-se que a maioria dos questionados concorda com a afirmação, já que dois (2) deles mostraram concordar totalmente e um (1) concordar parcialmente. Os outros dois (2), disseram discordar parcialmente.

Tendo como base as respostas acerca da segunda afirmativa, Afirmação 2: “O sistema *Easymine* permite a avaliação, em tempo real, das ocorrências”. Identifica-se uma tendência de concordância por parte dos respondentes já que quatro (4) deles mostraram consideráveis graus de afinidade com a afirmativa. Desses quatro (4), dois (2) concordaram em plenitude com a afirmação e os outros dois (2) concordaram parcialmente. Quanto ao respondente 1, esse diz discordar parcialmente.

A terceira afirmação apresentada ao grupo de respondentes pode ser conferida como: “O sistema *Easymine* possibilita que a empresa tenha condições de disponibilizar informações em tempo real, por meio de indicadores de produtividade, de disponibilidade e de utilização de equipamentos de produção e apoio”. Essa afirmação, também identificada como Afirmação 3, foi submetida ao grupo de cinco (5) colaboradores da empresa 1, cujas respostas resultaram no Gráfico 4. Um participante (1) apresentou sua resposta em total acordo com o abordado pela Afirmação 3. Já dois (2) participantes se mostraram parcialmente de acordo. Por fim, dois (2) respondentes apresentaram suas respostas apontando para parcial desacordo com a afirmação.

Afirmação 4: “O sistema *Easymine* permite, através da tela de despacho e das ferramentas de medições de ciclo, adotar trajetos para a otimização do transporte e da produtividade”. O resultado das percepções quanto a Afirmação 4 é ilustrado no Gráfico 4. Identifica-se uma variação nas respostas já que um (1) dos questionados diz concordar totalmente enquanto que um (1) se mostrou em total desacordo. Os outros três (3) participantes responderam concordar em partes com a afirmação a eles exibida.

Gráfico 4 - Mapa Comparativo, bloco Operação (Empresa 1).

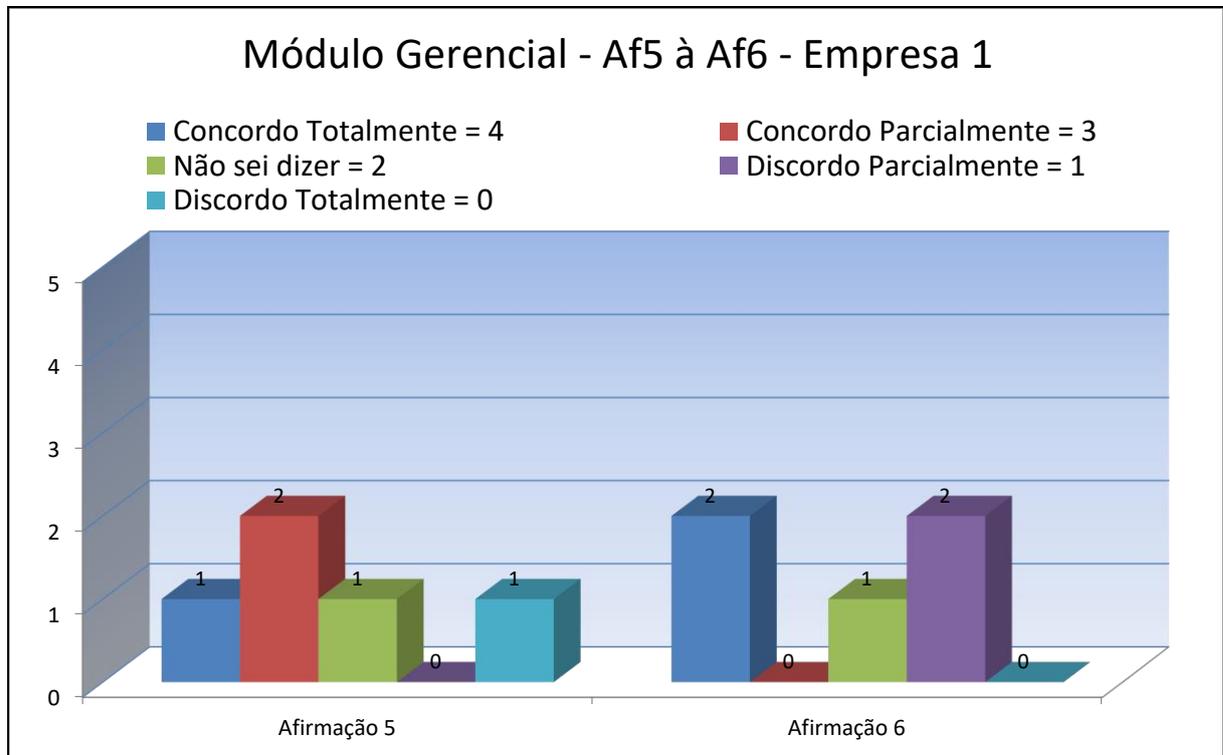


Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 5 apresenta o bloco segurança. A quinta Afirmação 5: “O sistema *Easymine* fornece informações essenciais, como monitoramento de velocidade e de proximidade dos equipamentos, ao setor de segurança da mina ou aos setores industriais” foi apresentada a um grupo de 5 respondentes . Nessa afirmação, um (1) respondente não soube dizer, um (1) concorda totalmente, um (1) discorda totalmente e dois (2) mostraram concordar em parte (s).

O Gráfico 5 mostra o conteúdo da sexta afirmação exibida ao grupo de colaboradores da empresa 1. Afirmação 6: “O sistema *Easymine* auxilia na detecção e no controle de infrações no trânsito interno”. De forma similar ao que ocorreu na questão anterior, Afirmação 5, um (1) dos respondentes não soube responder. Dois (2) respondentes se mostraram de total acordo, enquanto que os respondentes 1 e 5 discordaram em parte.

Gráfico 5 - Mapa Comparativo, bloco Segurança (Empresa 1).

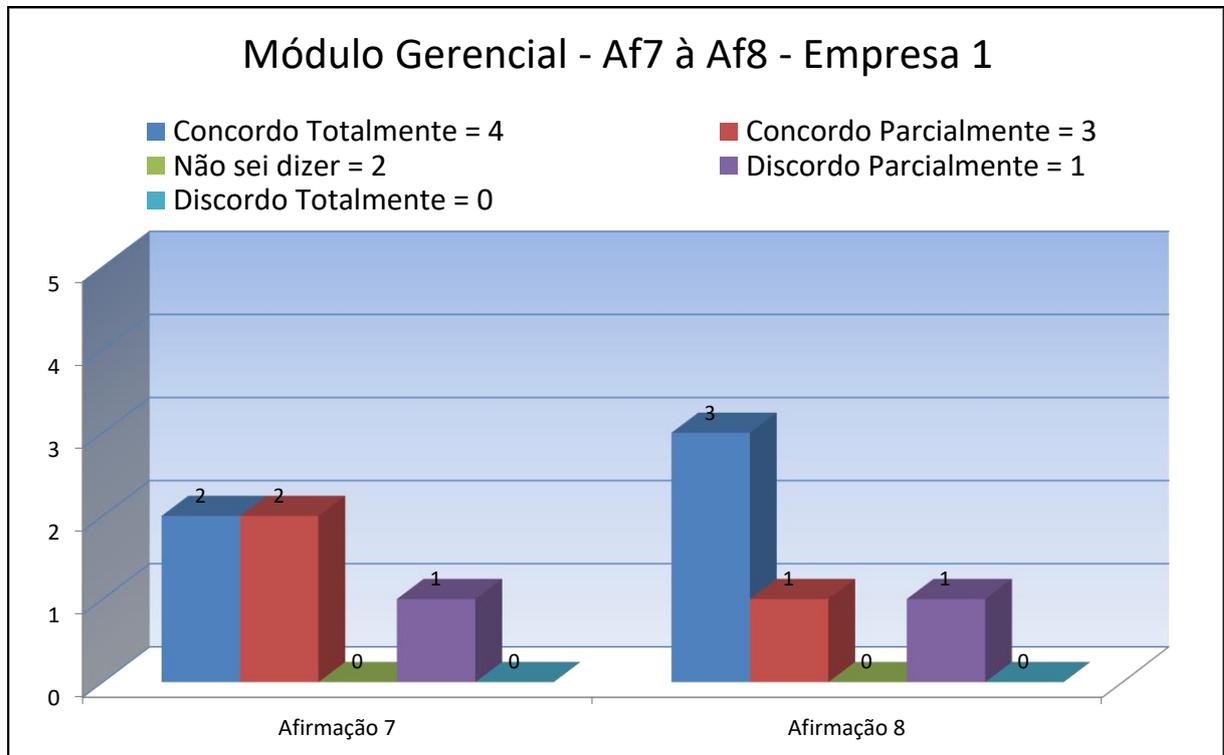


Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 6, exibe o bloco produção. Afirmação 7: “O sistema *Easymine* disponibiliza, por meio do apontamento de produção, todas as viagens e os transportes, com o intuito de acompanhar o previsto e o realizado em metas”. Percebe-se que a maioria dos participantes manteve uma tendência de concordância, haja vista que dois (2) deles concordaram totalmente, dois (2) concordaram parcialmente e, apenas um (1), discordou parcialmente.

Afirmativa 8: “O sistema *Easymine* auxilia a empresa na análise de perdas de produção, de cumprimento de metas e de fechamento de produção”. As percepções obtidas quanto à oitava afirmativa, são mostradas no Gráfico 6. Analisando os dados obtidos, vê-se que os participantes tendem a concordar com a afirmação, visto que três (3) deles concordaram totalmente, um (1) concordou parcialmente e outro discordou em parte (s).

Gráfico 6- Mapa Comparativo, bloco Produção (Empresa 1).



Fonte: Dados da pesquisa.

No Gráfico 7 tem-se a apresentação do bloco gestão. No que se refere a Afirmação 9: “Os relatórios do sistema *Easymine* permitem análises dos diferentes níveis da empresa, tais como: operacional, tático e estratégico”. Analisando o gráfico em questão percebe-se que há uma divergência nas respostas, haja visto que um (1) dos respondentes diz concordar totalmente, enquanto que outro se identifica com o extremo contrário, ou seja, discorda totalmente. Os três (3) respondentes restantes do grupo se identificaram mais com a opção de concordar parcialmente com a afirmativa apresentada à eles via questionário.

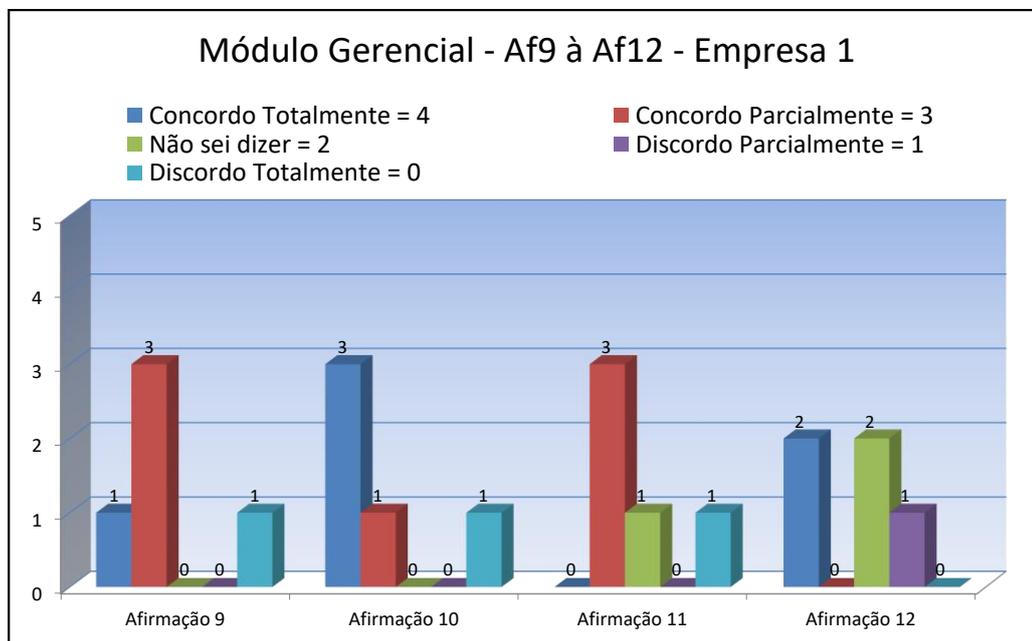
A Afirmação 10: “Os relatórios do sistema *Easymine* permitem visualizar o planejado e o realizado”. Com relação ao Gráfico 7, fica claro que a maioria dos participantes tenderam a concordar com a afirmação 10, já que três (3) participantes mostraram concordar totalmente. O participante 3 diz concordar parcialmente. Em contrapartida, um (1) dos participantes, identificado, mostrou-se em total desacordo com a afirmação a ele apresentada, já que respondeu discordar totalmente.

Ao serem apresentados à afirmação de número 11: “Os relatórios, BI (*business intelligence*) e indicadores do sistema *Easymine* fornecem as informações necessárias para a

tomada de decisão rápida”, exibida no Gráfico 7, o grupo de participantes da pesquisa respondeu, de acordo com seus níveis de adesão, ao tópico exibido. As informações obtidas são passíveis de consulta no Gráfico 7. Vê-se que nenhum dos participantes que reponderam a essa questão puderam concordar totalmente. Um (1) dos participantes, não soube responder. Enquanto três (3) deles afirmaram concordar parcialmente e outro se mostrou em total desacordo com o apresentado.

Os respondentes da empresa 1, ao serem questionados quanto ao grau de aceitação à Afirmativa 12: “O *Easybi* do sistema *Easymine*, permite ao usuário editar a forma de visualizar os dados, tornando as informações úteis para o apoio de decisão”. Responderam conforme se exibe no Gráfico 7. Pela leitura do referido gráfico, nota-se certa dúvida por parte do grupo, visto que dois (2) deles não souberam responder. Dentre os três (3) respondentes restantes, dois (2) apresentaram suas respostas em total acordo com o explicitado e um (1) expressiu discordar parcialmente.

Gráfico 7 - Mapa Comparativo, bloco Gestão (Empresa 1).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.1.3 Indicadores de Manutenção

Com o objetivo de analisar o funcionamento do sistema *Easymine* foi necessário calcular alguns indicadores para apontar a Disponibilidade do sistema embarcado (*hardware*) na empresa 1. Os dados coletados para essa pesquisa foram colhidos do dia 01/01/2020 até o dia 28/10/2020. Os resultados obtidos a partir dos conceitos demonstrados no capítulo anterior culminaram no Quadro 1.

O MDT por TAG é expresso no Gráfico 8, confeccionado a partir dos dados expostos pelo Quadro 1. O MDT por TAG varia entre 14,8 horas até 71,7 horas, levando em conta todos embarcados instalados, o MDT médio é de 35,48 horas, considera-se então que o tempo médio de paralisação do parque instalado é de 35,48 horas, haja vista que os equipamentos em que teve uma discrepância muito grande como o TAG-37 e TAG-6, justificam-se pelo fato do cliente não ter peças em estoque para a troca.

No tocante ao MTBM, assim como o MDT, os dados para o dimensionamento do Gráfico 9, foram obtidos através do Quadro 1. O MTBM médio entre os sistemas embarcados foi de 2191,58 horas, consta-se então, a ocorrência de uma falha em média a cada 52 dias entre os equipamentos instalados. Ao MTBM por cada equipamento varia entre 448,57 horas até 7233,14, o Gráfico 9 exibe essa relação.

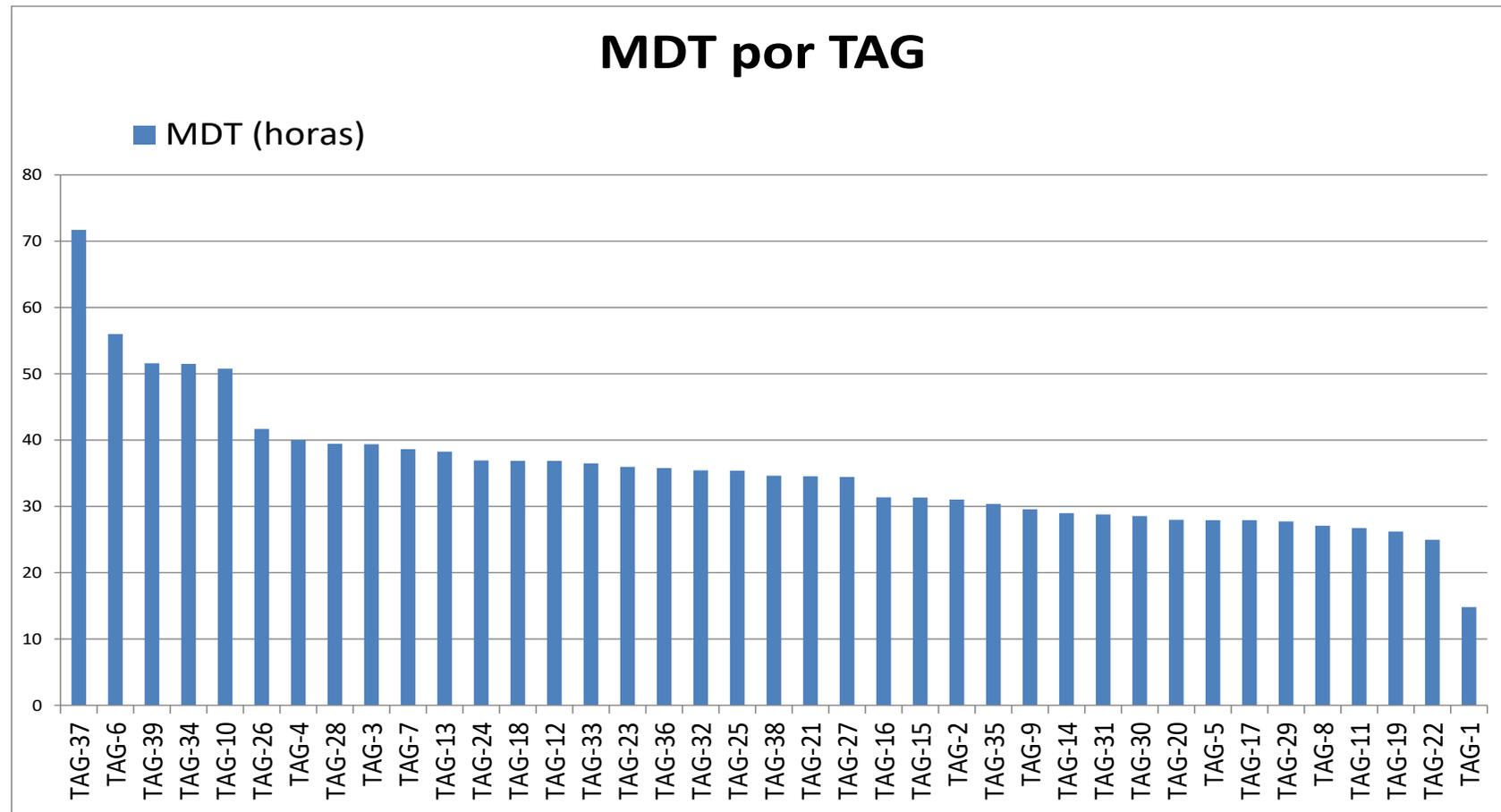
A partir dos indicadores de MDT e MTBM foi possível identificar a Disponibilidade Operacional de cada embarcado instalado nos equipamentos da Empresa 1. O Gráfico 10, exibe a Disponibilidade Operacional individual para cada sistema instalado, entretanto, considerando o parque instalado da Empresa 1, a Disponibilidade Operacional média é de 97,09 por cento (%).

Quadro 1 – MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional por TAG (EMPRESA 1).

TAG	Tempo Total Atendimento (horas)	Quantidade OS	MDT (horas)	MTBM (horas)	Disponibilidade Operacional (%)
TAG-1	14,83333333	1	14,83333333	7233,149667	99,80%
TAG-2	31,03333333	1	31,03333333	7216,949667	99,57%
TAG-3	39,4	1	39,4	7208,583	99,46%
TAG-4	40	1	40	7207,983	99,45%
TAG-5	55,88333333	2	27,94166667	3596,049833	99,23%
TAG-6	56	1	56	7191,983	99,23%
TAG-7	77,28333333	2	38,64166667	3585,349833	98,93%
TAG-8	81,25	3	27,08333333	2388,911	98,88%
TAG-9	88,7	3	29,56666667	2386,427667	98,78%
TAG-10	101,5666667	2	50,78333333	3573,208167	98,60%
TAG-11	106,95	4	26,7375	1785,25825	98,52%
TAG-12	110,5833333	3	36,86111111	2379,133222	98,47%
TAG-13	114,7666667	3	38,25555556	2377,738778	98,42%
TAG-14	115,8833333	4	28,97083333	1783,024917	98,40%
TAG-15	125,35	4	31,3375	1780,65825	98,27%
TAG-16	125,5	4	31,375	1780,62075	98,27%
TAG-17	139,7	5	27,94	1421,6566	98,07%
TAG-18	147,5333333	4	36,88333333	1775,112417	97,96%
TAG-19	157,2333333	6	26,20555556	1181,791611	97,83%
TAG-20	168,0166667	6	28,00277778	1179,994389	97,68%
TAG-21	172,75	5	34,55	1415,0466	97,62%
TAG-22	174,7333333	7	24,96190476	1010,464238	97,59%
TAG-23	179,8666667	5	35,97333333	1413,623267	97,52%
TAG-24	184,7	5	36,94	1412,6566	97,45%
TAG-25	247,7333333	7	35,39047619	1000,035667	96,58%
TAG-26	250,0333333	6	41,67222222	1166,324944	96,55%
TAG-27	275,6333333	8	34,45416667	871,5437083	96,20%
TAG-28	276,1666667	7	39,45238095	995,9737619	96,19%
TAG-29	277,3833333	10	27,73833333	697,0599667	96,17%
TAG-30	314,0166667	11	28,5469697	630,3605758	95,67%
TAG-31	316,8	11	28,8	630,1075455	95,63%
TAG-32	354,3166667	10	35,43166667	689,3666333	95,11%
TAG-33	401,5333333	11	36,5030303	622,4045152	94,46%
TAG-34	411,95	8	51,49375	854,504125	94,32%
TAG-35	425,5333333	14	30,3952381	487,3178333	94,13%
TAG-36	465,05	13	35,77307692	521,7640769	93,58%
TAG-37	502	7	71,71428571	963,7118571	93,07%
TAG-38	519,35	15	34,62333333	448,5753333	92,83%
TAG-39	567,6	11	51,6	607,3075455	92,17%

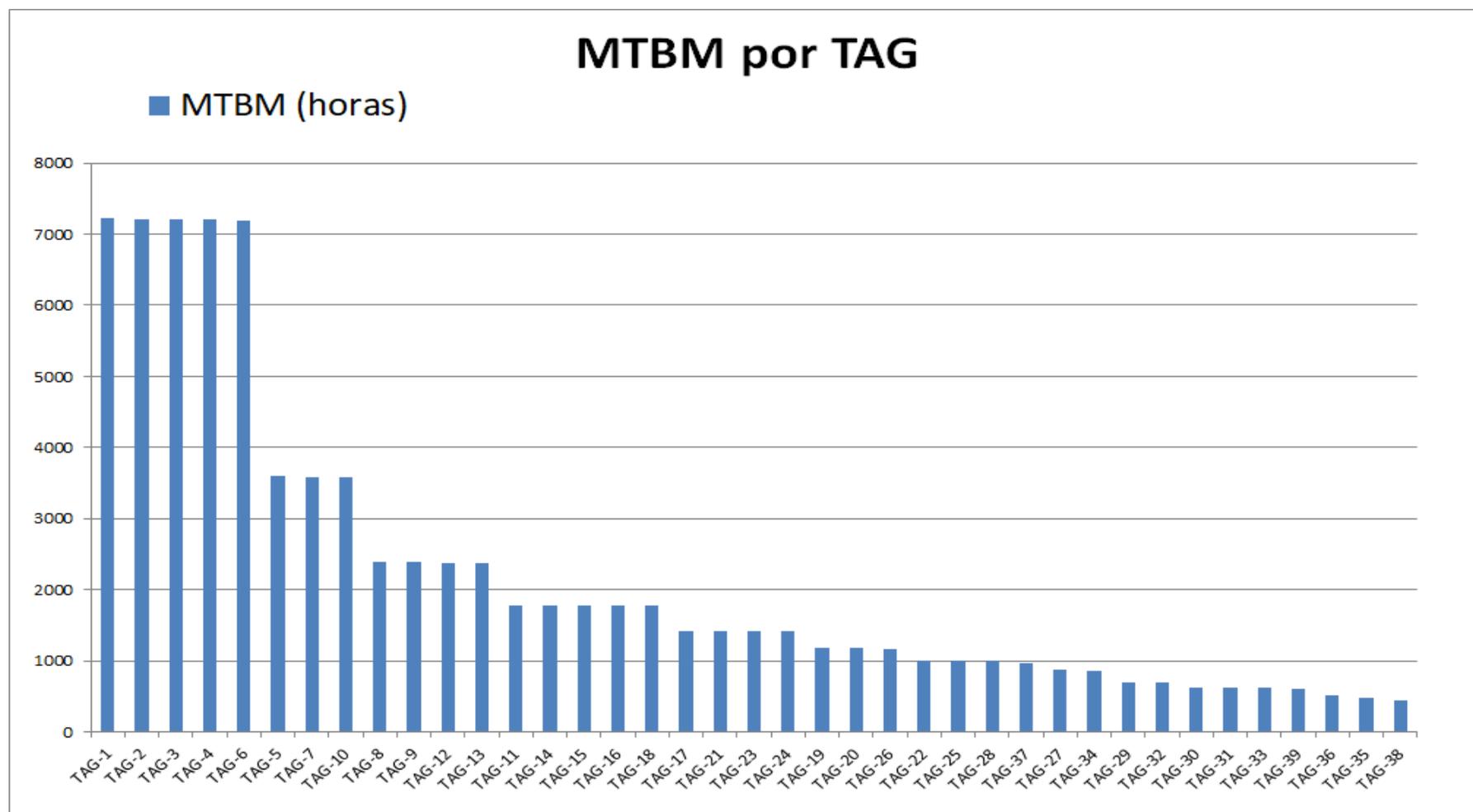
Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 8 – Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) por TAG.



Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 9 - Relação do indicador MTBM (em português, tempo médio entre manutenções) por TAG.



Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 10 - Relação da Disponibilidade Operacional por TAG.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.2 Empresa 2

Como método de abordagem, aos sujeitos da pesquisa será apresentado, em princípio, o questionário referente ao módulo embarcado direcionado aos responsáveis do planejamento operacional e os respectivos mapas comparativos. Sucessivamente, o questionário sobre o módulo gerencial direcionado aos responsáveis do planejamento tático e bem como os mapas comparativos. E, por fim, os indicadores de manutenção da empresa 2.

4.2.2.1 Módulo Embarcado

O Gráfico 11 exibe o bloco de afirmações funcionalidades do módulo embarcado. O questionário é direcionado ao grupo de respondentes responsáveis pelo planejamento operacional para análise do grau de concordância. Obtidas as respostas à Afirmação 1: “O sistema apresenta interface amigável e favorece pleno domínio ao usuário”, foi possível a execução do Gráfico 11, o qual mostra como foram as respostas e permite a análise dos resultados. Com relação ao gráfico, fica claro que a maioria dos participantes tenderam a concordar totalmente com a afirmação, já que oito (8) respondentes mostraram concordar totalmente e dois (2) concordar parcialmente.

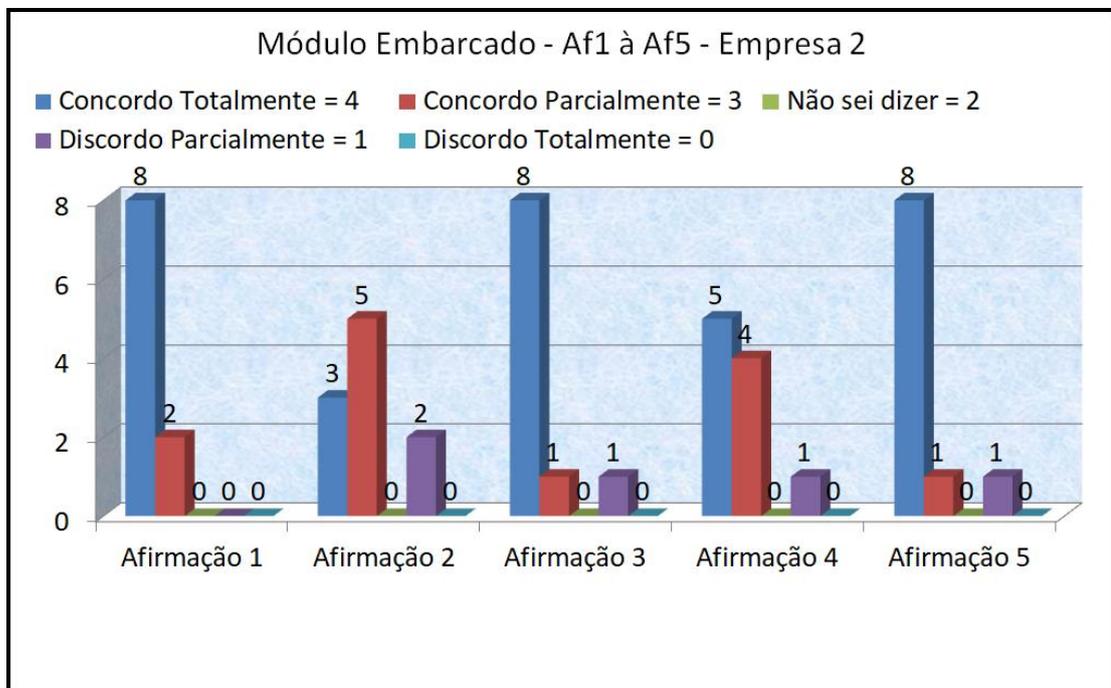
No Gráfico 11, tem-se a apresentação da Afirmação 2: “As aplicações e as telas do sistema *Easymine* apresentam alto nível de velocidade de processamento”. Com base nas respostas e percepções dos respondentes em relação a afirmação exibida, confeccionou-se o Gráfico 11, o qual permite a apresentação do resumo dos resultados. Analisando o gráfico em questão, percebe-se que três (3) respondentes dizem concordar totalmente e cinco (5) concordam parcialmente. No entanto, outros dois (2) se identificam com o outro extremo, ou seja, discordam parcialmente.

As percepções obtidas quanto à Afirmativa 3: “A tela de confirmação de atividade, também denominada frente de trabalho, fornece as informações necessárias para o início da execução das atividades”, são apresentadas no Gráfico 11. Analisando os dados obtidos vê-se que os participantes tendem a uma similaridade de respostas, pois oito (8) participantes concordam totalmente com a afirmação, visto que apenas um (1) deles concordou parcialmente e um (1) discordou parcialmente.

No Gráfico 11 tem-se a apresentação da Afirmação 4: “O campo de operação, no qual são apontadas, em tempo real, as ocorrências (por exemplo: carregamento, basculamento, perfuração, desmonte, detonação e irrigação de vias) e as eventuais paradas e manutenções, atende às necessidades durante a operação”. Analisando o gráfico em questão (GRÁF.11), percebe-se que há uma divergência nas respostas, haja vista que um (1) dos respondentes diz discordar parcialmente, enquanto cinco (5) diz concordar totalmente e outros quatro (4) concordar parcialmente.

Diante do Gráfico 11, é possível afirmar que de acordo com a Afirmação: “A interface de *checklist* é prática e eficiente”. Nesse sentido, as percepções obtidas quanto à quinta afirmativa, são mostradas no Gráfico 11. Analisando os dados obtidos vê-se que os participantes tendem a uma similaridade de respostas, vez que oito (8) participantes concordam totalmente com a afirmação e apenas um (1) deles concordou parcialmente e outro discordou parcialmente.

Gráfico 11 - Mapa Comparativo, bloco Funcionalidades (Empresa 2).



Fonte: Dados da pesquisa.

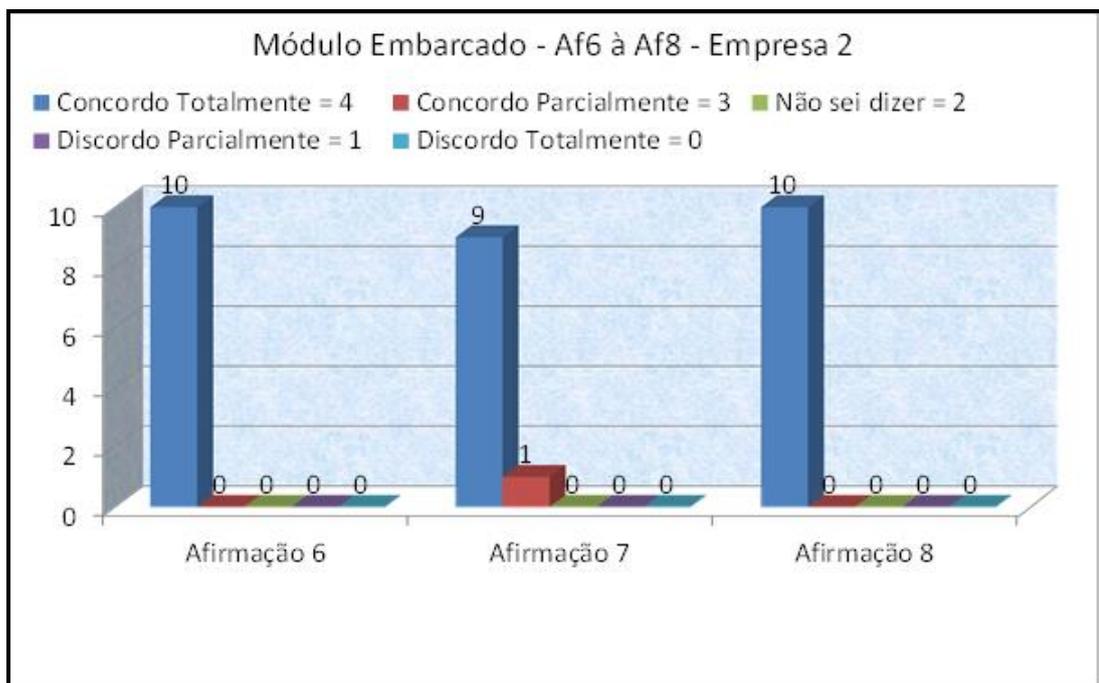
O Gráfico 12 apresenta o bloco aplicabilidade do questionário referente ao módulo embarcado. Diante o Gráfico 12 é realizável a análise da Afirmativa 6: “O sistema torna a

operação mais dinâmica”. Assim sendo, Identifica-se uma tendência de concordância visto que todos concordaram totalmente.

Com base nas respostas acerca da sétima afirmativa, Afirmativa 7: “O sistema *Easymine* traz benefícios em relação à execução das tarefas diárias se comparado aos métodos convencionais (papéis e pranchetas)”, foi confeccionado o Gráfico 12. Identifica-se uma tendência de concordância por parte dos entrevistados já que nove (9) deles diz concorda totalmente e um (1) concorda parcialmente conforme apresentado.

O Gráfico 12, a seguir, exhibe a oitava afirmação apresentada ao grupo de respondentes da empresa 1. Afirmção 8: “A partir da utilização do sistema, percebeu-se melhoras no desempenho dos serviços”. Analisando o gráfico, vê-se que todos os questionados concordam totalmente com a afirmação 8.

Gráfico 12 - Mapa Comparativo, bloco Aplicabilidades (Empresa 2).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.2.2 Módulo gerencial

O Gráfico 13 apresenta o bloco operação do questionário referente ao módulo Gerencial. Diante do gráfico é possível analisar a Afirmção 1: “O sistema *Easymine* é eficiente no acompanhamento (localização e rastro) dos equipamentos em tempo real

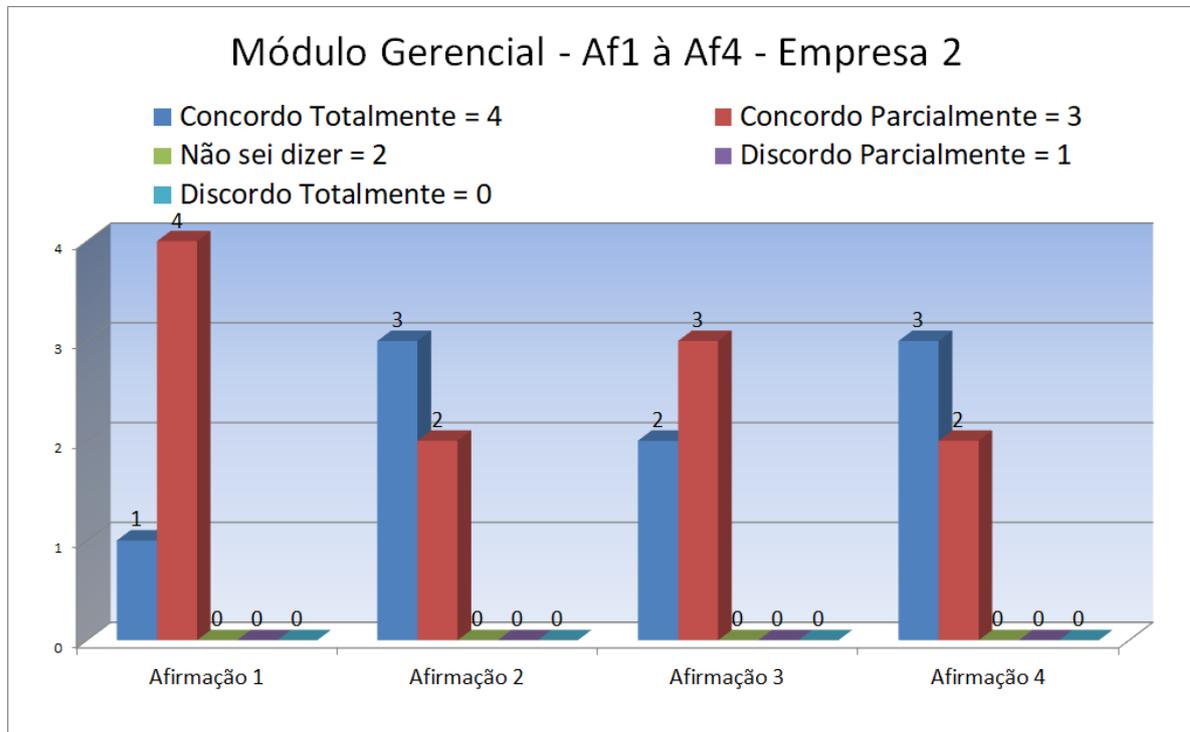
(geoprocessamento)”, que foi apresentada ao grupo de colaboradores da Empresa 2. As respostas dos participantes quanto ao nível de afinidade com o exposto na afirmação, resultaram no Gráfico 13. Analisando o gráfico vê-se que os participantes se mostraram concordantes com o abordado a afirmação 1, haja vista que quatro (4) deles concordam parcialmente e um (1) concorda completamente.

No Gráfico 13 tem-se ainda a Afirmativa 2: “O sistema *Easymine* permite a avaliação, em tempo real, das ocorrências (carregamento, deslocamento, operando vazio, operando cheio, entre outras) durante a operação”. A forma como cada respondente identificou suas respostas permitiu a confecção do Gráfico 13, o qual permite verificar que a maioria dos respondentes se encontra em total aderência com a afirmação 2, já que três (3) deles disseram concordar totalmente. Os outros dois (2) respondentes, disseram concordar em parte.

O Gráfico 13 ilustra a terceira afirmação, Afirmação 3: “O sistema *Easymine* possibilita que a empresa tenha condições de disponibilizar informações em tempo real, por meio de indicadores de produtividade, de disponibilidade e de utilização de equipamentos de produção e apoio”. Percebe-se uma convergência de opiniões do grupo de questionados, considerando que três (3) deles concordaram parcialmente e dois (2) deles concordaram plenamente.

A quarta Afirmativa: “O sistema *Easymine* permite, através da tela de despacho e das ferramentas de medições de ciclo, adotar trajetos para a otimização do transporte e da produtividade”, foi apresentada no questionário aos 5 respondentes e os resultados são passíveis de conferência no Gráfico 13. A partir do gráfico em questão identifica-se que a maioria dos participantes se mostrou em total acordo com o expresso na afirmação. Os dois (2) restantes dos respondentes se mostraram parcialmente de acordo.

Gráfico 13 - Mapa Comparativo, bloco Operação (Empresa 2).

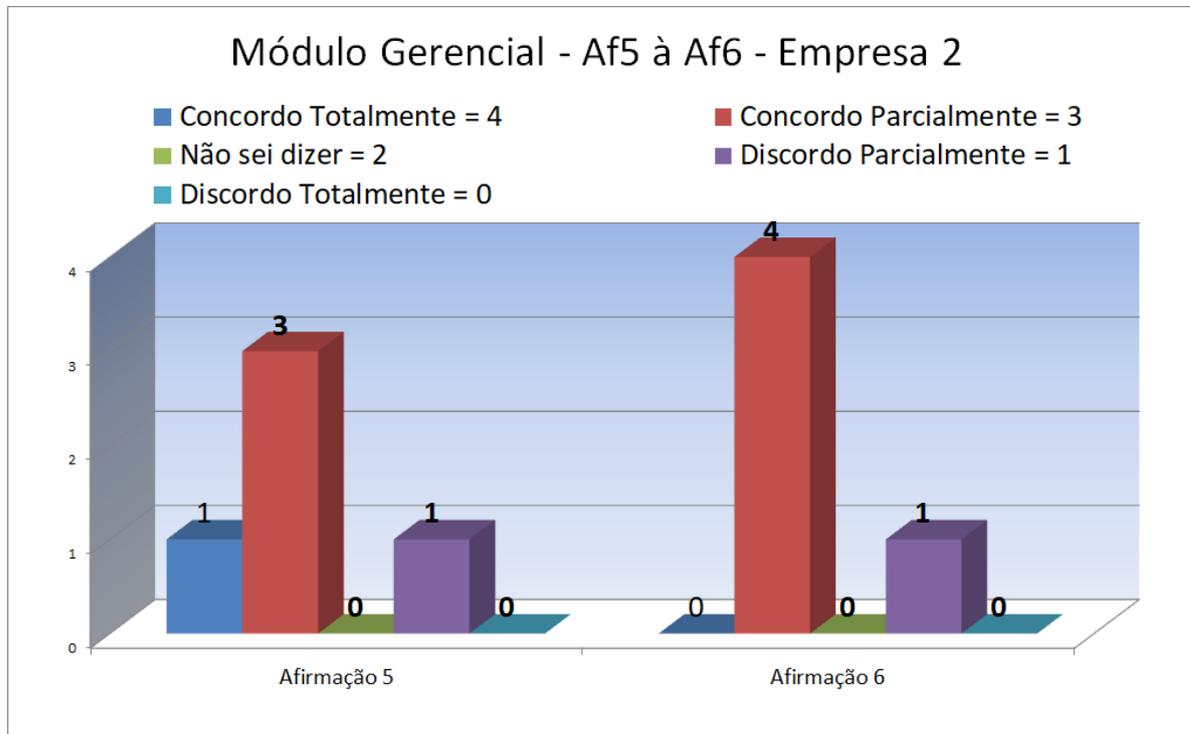


Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 14 representa o bloco Segurança demonstra as respostas da Afirmação 5: O sistema *Easymine* fornece informações essenciais, como monitoramento de velocidade e de proximidade dos equipamentos, ao setor de segurança da mina ou aos setores industriais. Conforme os participantes responderam ao questionário com seus respectivos graus de afinidade junto à afirmação 5, confeccionou-se o Gráfico 14. Os respondentes 3, 4 e 5 expressaram concordância parcial com o assunto abordado. Já o respondente 2 disse concordar totalmente, enquanto que o respondente 1 discordou parcialmente.

No Gráfico 14 apresentam-se as respostas da sexta afirmação: “O sistema *Easymine* auxilia na detecção e no controle de infrações no trânsito interno”. Dentre os cinco (5) participantes, quatro (4) deles responderam concordar em parte com a afirmação. Apenas o respondente 1 se expressou de forma diferente, alegando discordar parcialmente.

Gráfico 14 - Mapa Comparativo, bloco Segurança (Empresa 2).

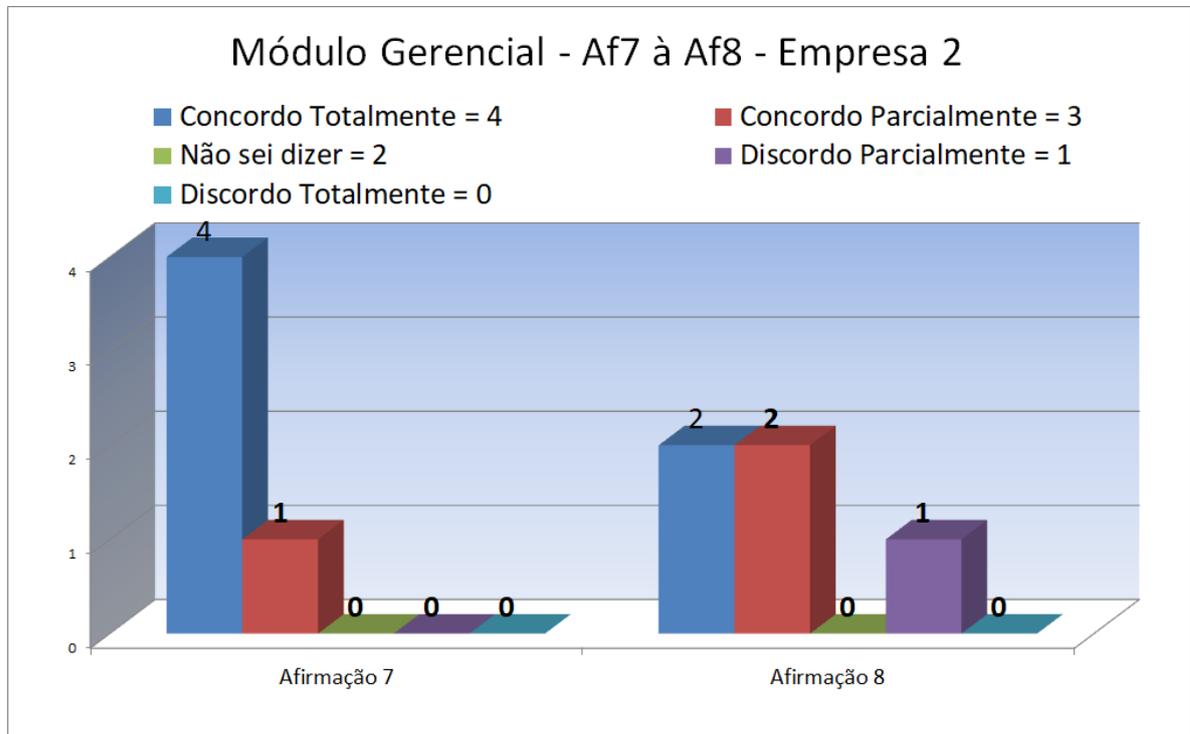


Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 15 apresenta o bloco produção. Assim como, a sétima afirmação, Afirmção 7: “O sistema *Easymine* disponibiliza, por meio do apontamento de produção, todas as viagens e os transportes, com o intuito de acompanhar o previsto e o realizado em metas”. Seguindo uma tendência de concordância, percebe-se que a maioria, quatro (4) respondentes, concordou totalmente com o exibido pela Afirmção 7. O respondente 1, fechando o grupo de cinco (5) respondentes, disse concordar parcialmente.

A oitava afirmação, aplicada aos respondentes, diz: O sistema *Easymine* traz benefícios em relação à execução das tarefas diárias se comparado aos métodos convencionais (papéis e pranchetas). O Gráfico 15 é o resultado da compilação das respostas obtidas pelos participantes em que os participantes 4 e 5 se mostraram de pleno acordo com a afirmação apresentada. Os participantes 2 e 3 expressaram concordância parcial e, por fim, o participante 1 mostrou parcial discordância ao expresso na Afirmção 8.

Gráfico 15 - Mapa Comparativo, bloco Produção (Empresa 2).



Fonte: Dados da pesquisa.

O

Gráfico 16 exibe o bloco Gestão, referente ao Módulo Gerencial. Afirmação 9: “Os relatórios do sistema *Easymine* permitem análises dos diferentes níveis da empresa, tais como: operacional, tático e estratégico”. Um respondente (1) mostrou completa afinidade, ou seja, total concordância. E outros três (3), expressaram concordância parcial enquanto que o respondente 1 mostrou discordar parcialmente.

A décima afirmativa apresentada aos questionados diz: “Os relatórios do sistema *Easymine* permitem visualizar o planejado e o realizado”. O conjunto das respostas obtidas pode ser conferido no

Gráfico 16. Analisando o referido gráfico, vê-se uma convergência entre os respondentes no sentido de concordar com a afirmativa a eles exposta, haja vista que dois (2) respondentes concordaram totalmente e três (3) respondentes concordaram parcialmente.

O

Gráfico 16 exprime as afirmativas 11 constante do questionário aplicado aos colaboradores da Empresa 2. Afirmação 11: “Os relatórios, BI (*business intelligence*) e indicadores do sistema *Easymine* fornecem as informações necessárias para a tomada de

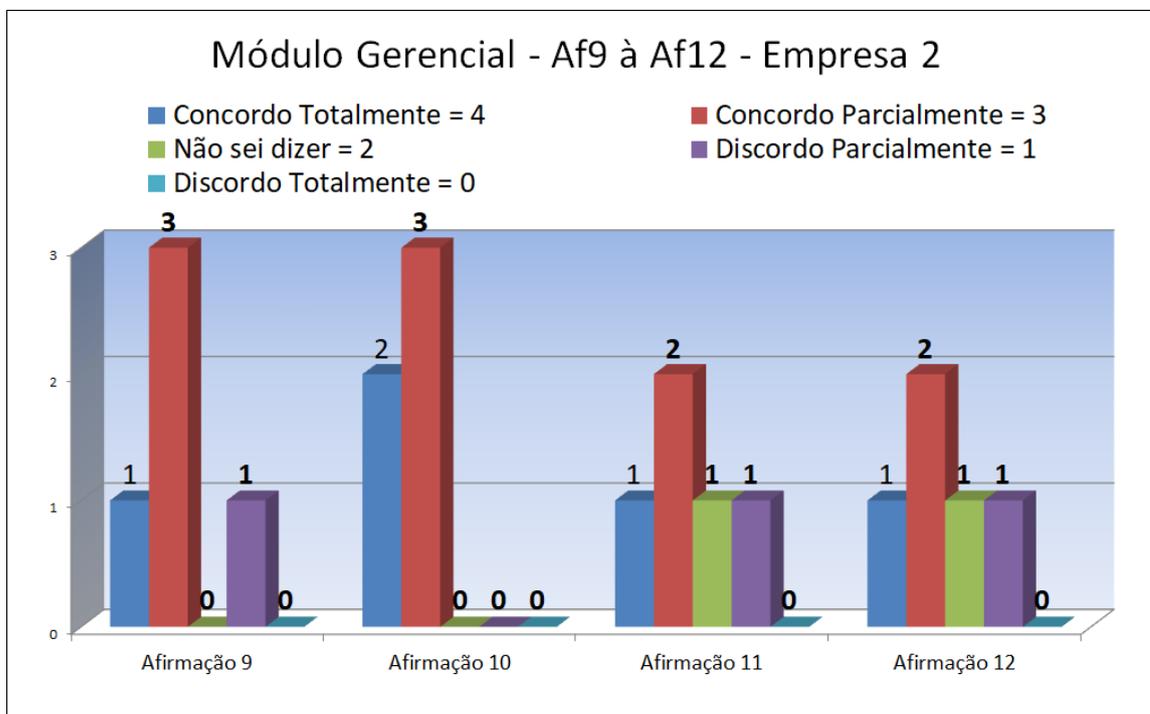
decisão rápida”. Como verifica-se no gráfico em questão, as respostas dos participantes variaram quanto as suas percepções de concordância sobre essa afirmação. Um (1) dos respondentes, o respondente 4, não soube responder o questionamento. Os respondentes 2 e 3 disseram concordar parcialmente. O respondente 5 respondeu concordar totalmente e o respondente 1, discorda parcialmente.

Apresentada a Afirmação 12: “O *Easybi* do sistema *Easymine*, permite ao usuário editar a forma de visualizar os dados, tornando as informações úteis para o apoio de decisão”.

O

Gráfico 16 reúne os dados obtidos a partir das respostas de cada um dos cinco (5) respondentes, considerando o nível de concordância de cada um, quanto ao abordado nesta afirmação. Pela leitura do gráfico, percebe-se uma distribuição das respostas dos participantes, de forma que os respondentes 1 e 2 afirmaram concordar parcialmente, o respondente 3 não soube dizer, o respondente 5 concordou integralmente e, por fim, o respondente 4 alegou discordar parcialmente.

Gráfico 16 - Mapa Comparativo, bloco Gestão (Empresa 2).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.2.3 Indicadores de Manutenção

Com o intuito de analisar o funcionamento do sistema *Easymine* foi necessário calcular alguns indicadores para apontar a disponibilidade do sistema embarcado (*hardware*) na empresa 2. Os dados coletados para essa pesquisa foram colhidos do dia 01 ao dia 28/10/2020. Os resultados obtidos a partir dos conceitos demonstrados no capítulo anterior culminaram no Quadro 2.

O MDT por TAG é exposto no Gráfico 17, confeccionado a partir dos dados expostos pelo Quadro 2. O MDT por TAG varia entre 18,6 horas até 155,8 horas, levando em conta todos embarcados instalados, o MDT médio é de 40,13 horas, considera-se então que o tempo médio de reparo do parque instalado seja de 40,13 horas.

No que se refere ao MTBM, assim como ao MDT, os dados para o dimensionamento do Gráfico 18 foram obtidos a partir do Quadro 2. O MTBM médio entre os sistemas embarcados foi de 1644,19 horas. Foi constatada a ocorrência de uma falha, em média, a cada 52 dias entre os equipamentos instalados. Ao MTBM por cada equipamento varia entre 232,93 horas até 7229,3 o Gráfico 18 exhibe essa relação.

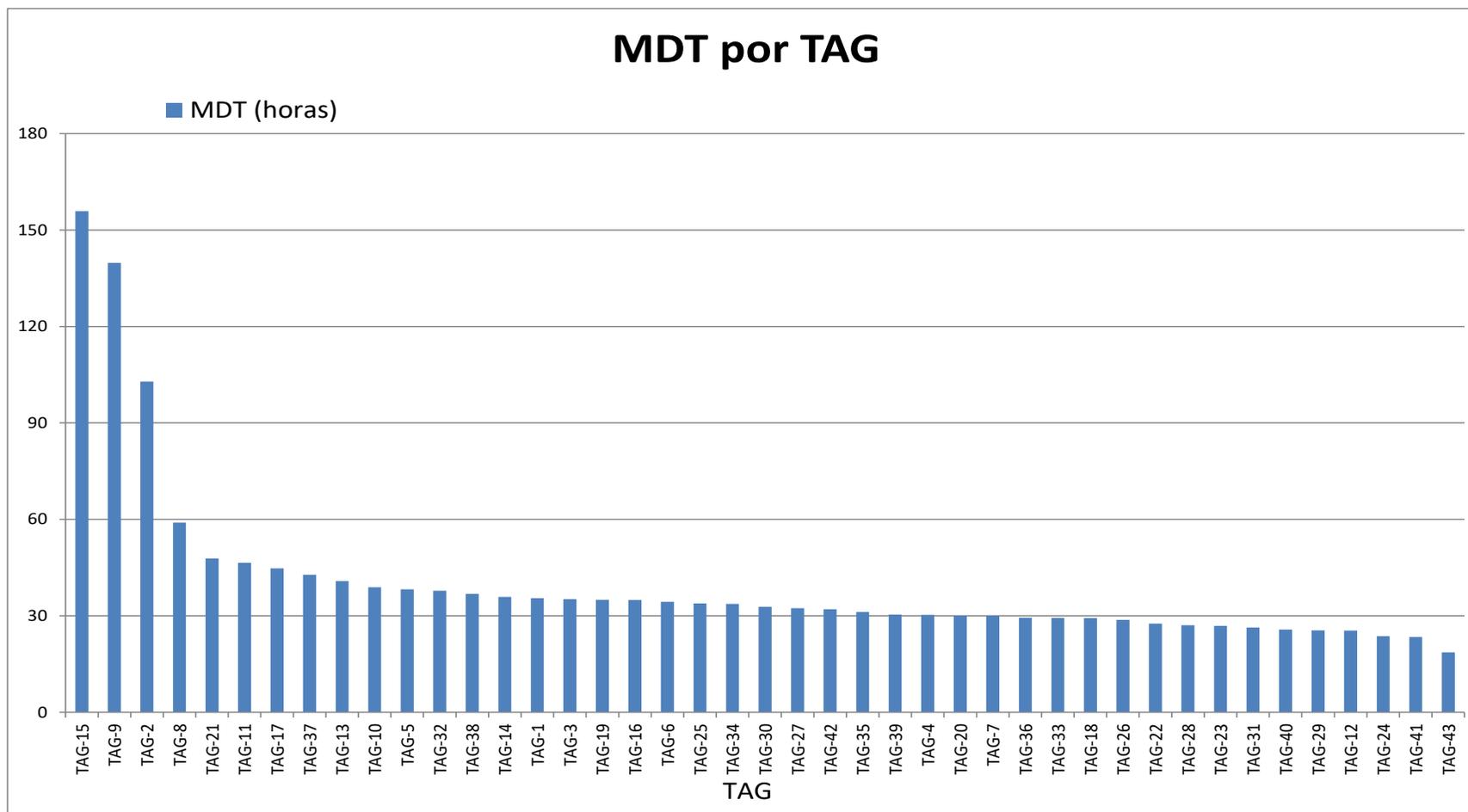
A partir, dos indicadores de MDT e MTBM foi possível identificar a Disponibilidade Operacional de cada embarcado instalado nos equipamentos da Empresa 1. Conforme foram obtidos e transferidos os resultados para o Quadro 2, possibilitou-se a confecção do Gráfico 19 que exhibe a Disponibilidade Operacional individual para cada sistema instalado. Entretanto, considerando o parque instalado da Empresa 1, a Disponibilidade Operacional média é de 96,07 por cento (%).

Quadro 2 – MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional por TAG (EMPRESA 2).

TAG	Tempo Total Atendimento (horas)	Quantidade OS	MDT (horas)	MTBM (horas)	Disponibilidade Operacional (%)
TAG-1	958,7666667	27	35,50987654	232,9339383	86,77%
TAG-2	925,5666667	9	102,8407407	702,4907037	87,23%
TAG-3	668,6333333	19	35,19122807	346,2815614	90,77%
TAG-4	575,0333333	19	30,26491228	351,2078772	92,07%
TAG-5	573,5166667	15	38,23444444	444,9644222	92,09%
TAG-6	549,2166667	16	34,32604167	418,6728958	92,42%
TAG-7	510,65	17	30,03823529	396,3137059	92,95%
TAG-8	471,9833333	8	58,99791667	846,9999583	93,49%
TAG-9	419,3333333	3	139,7777778	2276,216556	94,21%
TAG-10	388,6666667	10	38,86666667	685,9316333	94,64%
TAG-11	371,6666667	8	46,45833333	859,5395417	94,87%
TAG-12	355,2166667	14	25,37261905	492,3404524	95,10%
TAG-13	326,0333333	8	40,75416667	865,2437083	95,50%
TAG-14	322,8666667	9	35,87407407	769,4573704	95,55%
TAG-15	311,7333333	2	155,8666667	3468,124833	95,70%
TAG-16	279,15	8	34,89375	871,104125	96,15%
TAG-17	268,3666667	6	44,7277778	1163,269389	96,30%
TAG-18	263,4333333	9	29,27037037	776,0610741	96,37%
TAG-19	244,7	7	34,95714286	1000,469	96,62%
TAG-20	240,5333333	8	30,06666667	875,9312083	96,68%
TAG-21	238,9833333	5	47,79666667	1401,799933	96,70%
TAG-22	220,5833333	8	27,57291667	878,4249583	96,96%
TAG-23	214,95	8	26,86875	879,129125	97,03%
TAG-24	213,05	9	23,67222222	781,6592222	97,06%
TAG-25	202,8166667	6	33,80277778	1174,194389	97,20%
TAG-26	200,85	7	28,69285714	1006,733286	97,23%
TAG-27	193,95	6	32,325	1175,672167	97,32%
TAG-28	189,4	7	27,05714286	1008,369	97,39%
TAG-29	178,3	7	25,47142857	1009,954714	97,54%
TAG-30	163,95	5	32,79	1416,8066	97,74%
TAG-31	158,0666667	6	26,34444444	1181,652722	97,82%
TAG-32	151,15	4	37,7875	1774,20825	97,91%
TAG-33	146,7166667	5	29,34333333	1420,253267	97,98%
TAG-34	134,9	4	33,725	1778,27075	98,14%
TAG-35	124,7	4	31,175	1780,82075	98,28%
TAG-36	117,5833333	4	29,39583333	1782,599917	98,38%
TAG-37	85,56666667	2	42,78333333	3581,208167	98,82%
TAG-38	73,66666667	2	36,83333333	3587,158167	98,98%
TAG-39	60,68333333	2	30,34166667	3593,649833	99,16%
TAG-40	51,45	2	25,725	3598,2665	99,29%
TAG-41	46,81666667	2	23,40833333	3600,583167	99,35%
TAG-42	32,01666667	1	32,01666667	7215,966333	99,56%
TAG-43	18,63333333	1	18,63333333	7229,349667	99,74%

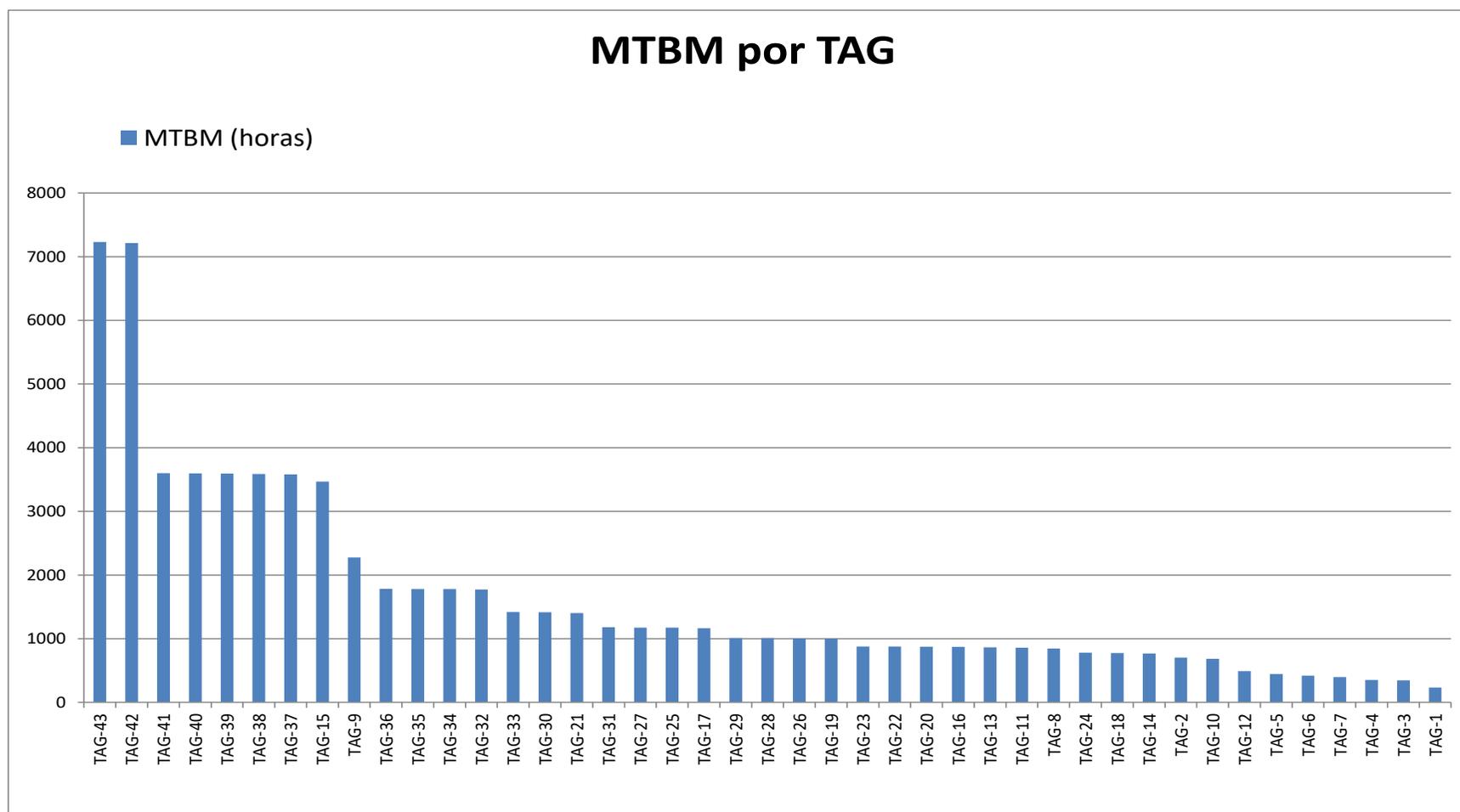
Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 17 – Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) por TAG.



Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 18 – Relação do indicador MTBM (em português, tempo médio entre manutenções) por TAG.



Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 19 - Relação do indicador Disponibilidade Operacional por TAG.



Fonte: Dados pesquisa.

4.2.3 Empresa 3

Como método de abordagem aos sujeitos da pesquisa será apresentado a princípio, o questionário referente ao módulo embarcado direcionado aos responsáveis do planejamento operacional e os respectivos mapas comparativos. Sucessivamente, o questionário sobre o módulo gerencial direcionado aos responsáveis do planejamento tático e bem como os mapas comparativos, e por fim, os indicadores de manutenção da empresa 3.

4.2.3.1 Módulo Embarcado

O Gráfico 20 a seguir apresenta as afirmações referentes ao bloco funcionalidades entregas ao grupo de colaboradores responsáveis pelo planejamento operacional da Empresa 3. As respostas dos participantes quanto ao nível de afinidade com o exposto na Afirmação: “O sistema apresenta interface amigável e favorece pleno domínio ao usuário”. Resultaram no Gráfico 20. Analisando o gráfico vê-se que os participantes se mostraram concordantes com o abordado em Afirmação 1, haja visto que três (3) deles concordaram totalmente e quatro (4) concordaram parcialmente.

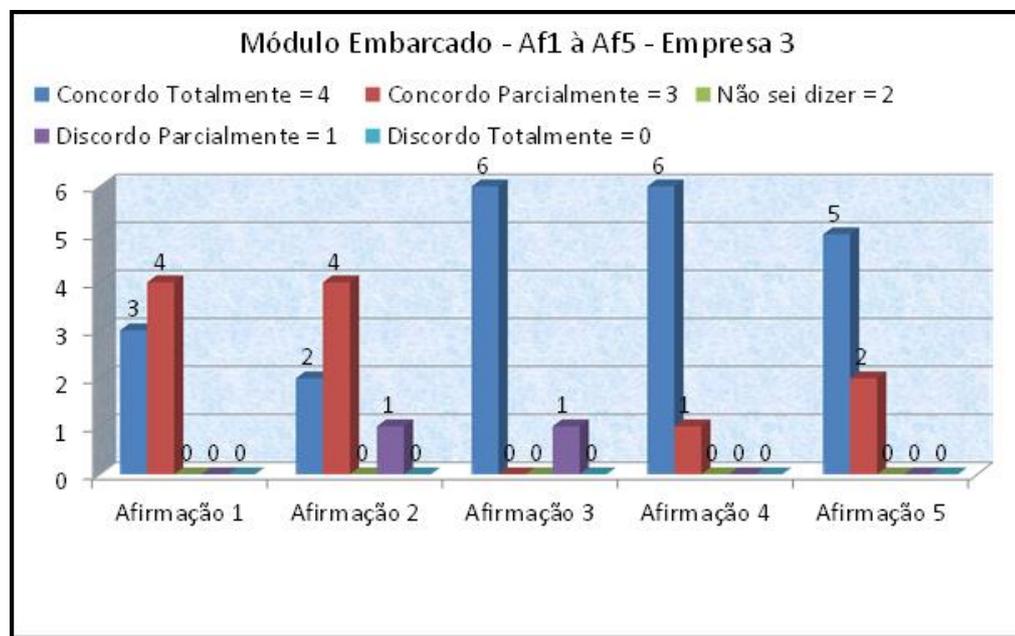
A segunda Afirmação, Afirmação 2: “As aplicações e as telas do sistema *Easymine* apresentam alto nível de velocidade de processamento”. Apresentada no questionário aos 7 respondentes é passível de conferência no Gráfico 20. A forma como cada participante respondeu pode ser conferida no Gráfico 20. A partir do gráfico em questão identifica-se que a maioria dos questionados concordaram com a afirmação, quatro (4) concordaram parcialmente e dois (2) concordaram totalmente. No entanto, um dos respondentes discorda parcialmente.

A terceira afirmação, Afirmação 3: “A tela de confirmação de atividade, também denominada frente de trabalho, fornece as informações necessárias para o início da execução das atividades”. Conforme os participantes responderam ao questionário com seus respectivos graus de afinidade junto à afirmação 3, confeccionou-se o Gráfico 20. Uma parcela de seis (6) respondentes expressou concordância total com o assunto abordado na afirmação 3. Enquanto um respondente discordou parcialmente.

No Gráfico 20 exprime-se a quarta afirmação, Afirmação 4: “O campo de operação, no qual são apontadas, em tempo real, as ocorrências (por exemplo: carregamento, basculamento, perfuração, desmonte, detonação e irrigação de vias) e as eventuais paradas e manutenções, atende às necessidades durante a operação”. Apresentada aos respondentes do questionário aplicado na Empresa 3. Os resultados gerados a partir das respostas dos participantes culminaram no Gráfico 20. Dentre os sete (7) participantes, seis (6) deles responderam concordar totalmente com afirmação 4, e o outro um (1) diz concordar parcialmente.

O Gráfico 20 a seguir exibe afirmação 5 apresentada ao grupo de questionados da empresa 3, Afirmação 6: “A interface de *checklist* é prática e eficiente”. Ao lerem a afirmação exposta, coube aos respondentes avaliarem em que grau de concordância eles se identificaram. Analisando o gráfico vê-se que cinco (5) dos questionados concordam totalmente com a afirmação, já que dois (2) deles mostraram concordar parcialmente.

Gráfico 20 - Mapa Comparativo, bloco Funcionalidades (Empresa 3).



Fonte: Dados da pesquisa.

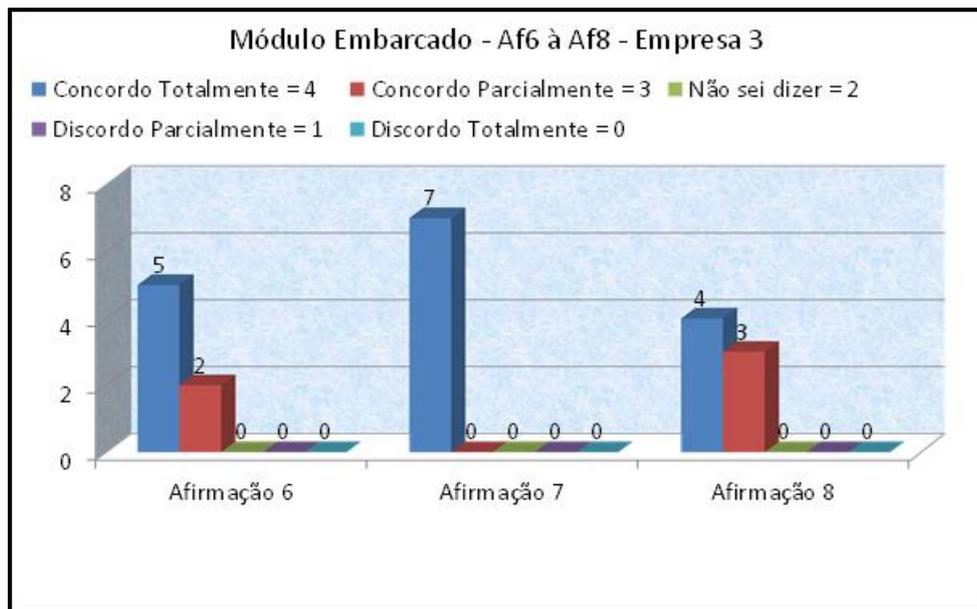
O Gráfico 21 resume as resposta do bloco aplicabilidades referente ao questionário do módulo embarcado. A afirmação 6: “O sistema torna a operação mais dinâmica”. Mostrada aos participantes da pesquisa, pode ser conferida no Gráfico 21. O resultado das percepções

quanto a afirmação 6 é ilustrado no Gráfico 21. Identifica-se uma similiaridade nas respostas já que todos concordaram com a afirmação 6, cinco (5) respondentes concordaram totalmente e dois (2) concordaram parcialmente.

A sétima afirmação mostrada ao grupo de sete (7) Respondentes consiste em Afirmação 7: “O sistema *Easymine* traz benefícios em relação à execução das tarefas diárias se comparado aos métodos convencionais (papéis e pranchetas)”. Com base nas repostas de cada indivíduo do grupo, realizou-se a execução do Gráfico 21, o qual permite extrair alguns resultados. Nessa questão todos os respondentes diz concordar totalmente conforme o Gráfico 21.

O Gráfico 21 mostra os resultados da oitava afirmação exibida ao grupo de colaboradores da empresa 3 que responderam ao questionário aplicado. A forma como cada um desses colaboradores se identificaram com relação ao nível de afinidade com Afirmação 8: “A partir da utilização do sistema, percebeu-se melhoras no desempenho dos serviços” é condesada no Gráfico 21. Nota-se que quatro (4) dos participantes concordaram totalmente e os outros três (3) concordaram parcialmente.

Gráfico 21 - Mapa Comparativo, bloco Aplicabilidades (Empresa 3).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.3.2 Módulo gerencial

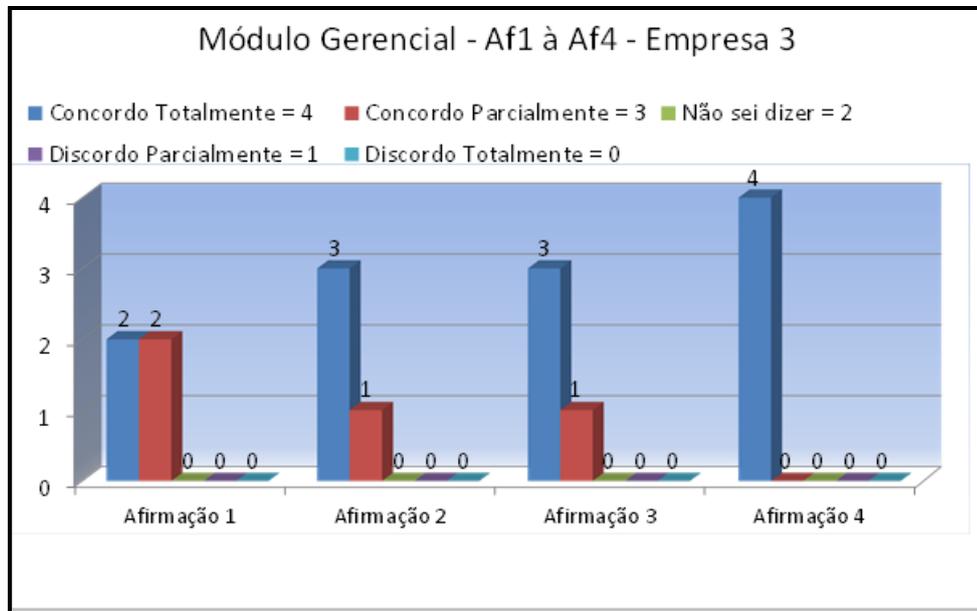
O Gráfico 22 mostra o bloco operação referente ao módulo gerencial. O gráfico exprime os resultados da primeira afirmação exibida ao grupo de colaboradores responsáveis pelo planejamento tático da empresa 3. Afirmação 1: “O sistema *Easymine* é eficiente no acompanhamento (localização e rastro) dos equipamentos em tempo real (geoprocessamento)”. Percebe-se que os respondentes mantiveram uma tendência sendo que todos concordaram com Afirmação 1, dos quatro (4) participantes, dois (2) concordaram totalmente e dois (2) concordaram parcialmente.

Afirmação 2: “O sistema *Easymine* permite a avaliação, em tempo real, das ocorrências (carregamento, deslocamento, operando vazio, operando cheio, entre outras) durante a operação”. As percepções obtidas quanto à segunda afirmativa, são mostradas no Gráfico 22. Analisando os dados obtidos vê-se que os participantes tendem a concordar com a afirmação, visto que três (3) deles concordaram totalmente, um (1) concordou parcialmente.

Ao serem apresentados à afirmação de número 3: “O sistema *Easymine* possibilita que a empresa tenha condições de disponibilizar informações em tempo real, por meio de indicadores de produtividade, de disponibilidade e de utilização de equipamentos de produção e apoio”. O grupo de colaboradores da pesquisa responderam de acordo com seus níveis de adesão ao tópico exibido. As informações obtidas são passíveis de consulta no Gráfico 22. Vê-se que três (3) dos participantes que reponderam a essa questão puderam concordar totalmente e apenas um (1) concordou parcialmente.

Afirmação 4: “O sistema *Easymine* permite, através da tela de despacho e das ferramentas de medições de ciclo, adotar trajetos para a otimização do transporte e da produtividade”. As respostas dos participantes considerando o nível de afinidade com o expresso na afirmação foram à base para a execução do Gráfico 22 que permite a leitura dos resultados. Todos os respondentes mostraram completa afinidade, ou seja, total concordância conforme o Gráfico 22.

Gráfico 22 - Mapa Comparativo, bloco Operação (Empresa 3).

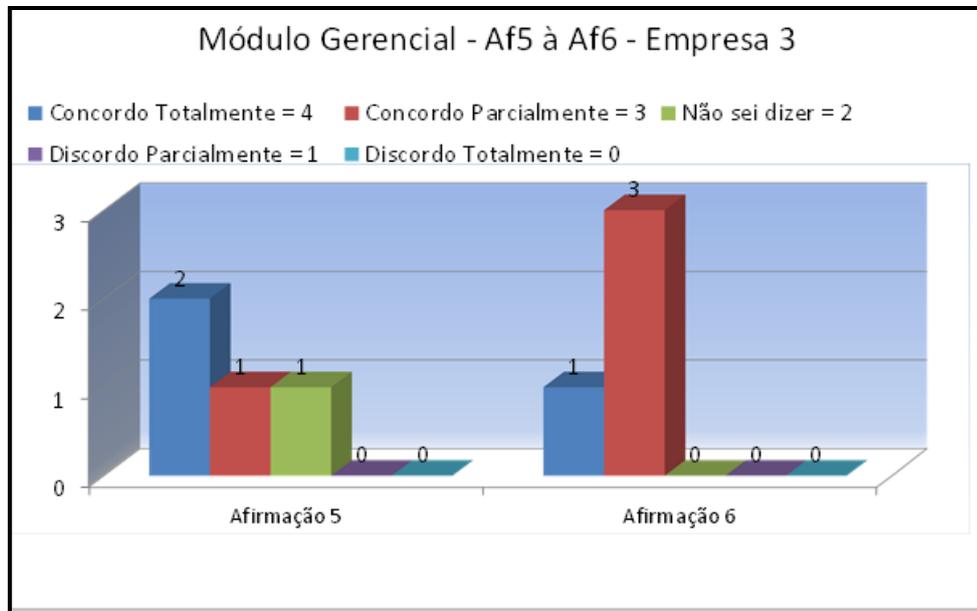


Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 23 esclarece as afirmativas do bloco segurança apresentado aos questionados. Em relação à Afirmativa 5: “O sistema *Easymine* fornece informações essenciais, como monitoramento de velocidade e de proximidade dos equipamentos, ao setor de segurança da mina ou aos setores industriais”. Analisando o referido Gráfico vê-se uma convergência entre os respondentes no sentido de concordar com a afirmativa a eles exposta. Haja vista que dois (2) respondentes concordaram totalmente e um (1) respondente concordou parcialmente, no entanto, o respondente 1 não soube dizer.

A sexta afirmação, Afirmação 6: “O sistema *Easymine* auxilia na detecção e no controle de infrações no trânsito interno”. As repostas dos participantes considerando o nível de afinidade foram a base para a execução do Gráfico 23 que permite a leitura dos resultados. Analisando o referido Gráfico 23 vê-se uma convergência entre os respondentes no sentido de concordar com a afirmativa a eles exposta. Haja vista que três (3) respondentes concordaram parcialmente e um (1) respondente concordou totalmente.

Gráfico 23 - Mapa Comparativo, bloco Segurança (Empresa 3).

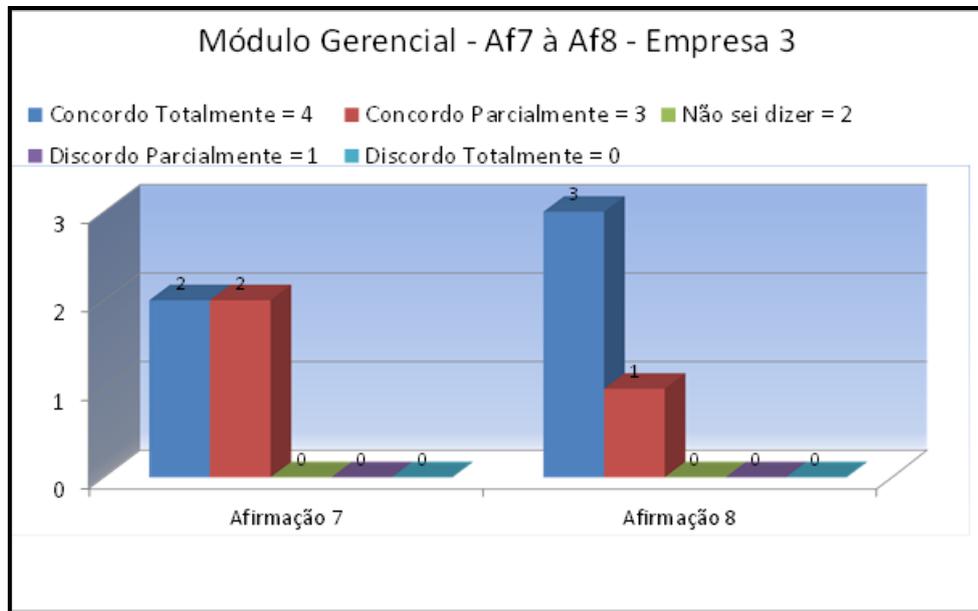


Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 24 exprime os assuntos abordados do bloco produção. Assim como a Afirmação 7: “O sistema *Easymine* disponibiliza, por meio do apontamento de produção, todas as viagens e os transportes, com o intuito de acompanhar o previsto e o realizado em metas”. As respostas obtidas pelo grupo de colaboradores são expressas no Gráfico 24. Como verifica-se no Gráfico em questão, os respondentes apresentaram uma tendência nas respostas, visto que dois (2) dizem concordar totalmente e dois (2) concordar parcialmente.

No Gráfico 24 tem-se apresentada a oitava afirmação, Afirmação 8: “O sistema *Easymine* auxilia a empresa na análise de perdas de produção, de cumprimento de metas e de fechamento de produção”. O Gráfico 24 reúne os dados obtidos a partir das respostas de cada um dos quatro (4) respondentes, considerando o nível de concordância de cada um, quanto ao abordado na afirmação 8. Pela leitura do gráfico percebe-se uma similaridade das respostas dos participantes de forma que três (3) respondentes responderam concordar totalmente e um (1) respondente diz concordar parcialmente.

Gráfico 24 - Mapa Comparativo, bloco Produção (Empresa 3).



Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 25 exhibe os resultados do questionário módulo gerencial, presente no bloco gestão. A nona afirmação, Afirmação 9: “Os relatórios do sistema *Easymine* permitem análises dos diferentes níveis da empresa, tais como: operacional, tático e estratégico”. As repostas dos participantes considerando o nível de afinidade com o exposto na afirmação foram a base para a execução do Gráfico 25 que permite a leitura dos resultados. Os respondentes tenderam a uma similaridade, sendo que três (3) concordaram totalmente e um (1) concordou parcialmente.

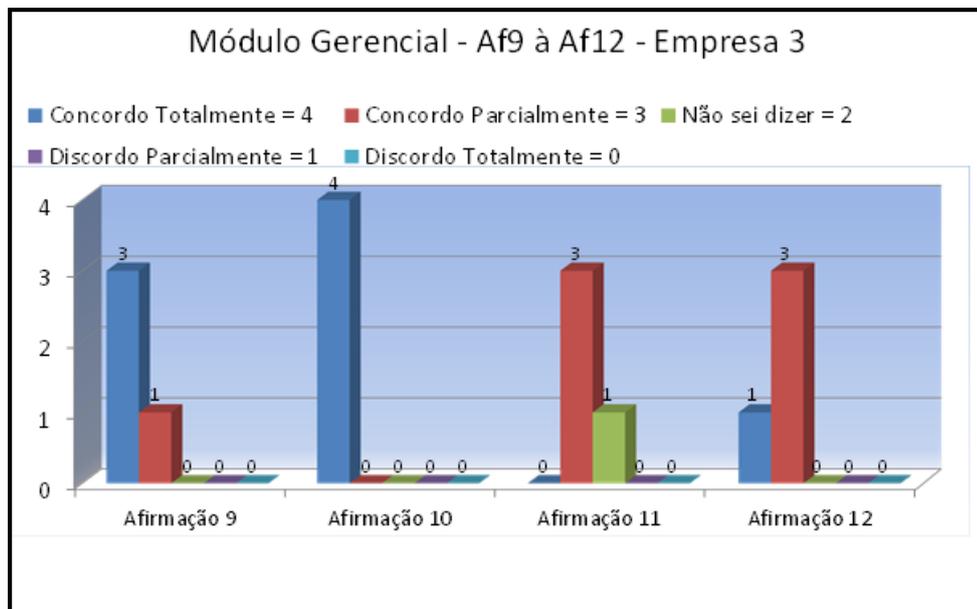
A décima afirmativa apresentada aos questionados: “Os relatórios do sistema *Easymine* permitem visualizar o planejado e o realizado”. O conjunto das repostas obtidas pode ser conferido no Gráfico 25. Analisando o referido Gráfico vê-se uma convergência entre os respondentes no sentido de concordar com a afirmativa a eles exposta. Haja vista que todos os respondentes concordaram totalmente.

No Gráfico 25 têm-se as repostas da décima primeira afirmativa mostrada aos respondentes. Afirmação 11: “Os relatórios, BI (*business intelligence*) e indicadores do sistema *Easymine* fornecem as informações necessárias para a tomada de decisão rápida”. A forma como cada respondente identificou suas repostas permitiu a confecção do Gráfico 25, o qual permite verificar que a maioria dos respondentes se encontra em concordância parcial a

afirmação, já que três (3) deles disseram concordar parcialmente. O outro respondente, não soube dizer.

Afirmação 12: “O *Easybi* do sistema *Easymine*, permite ao usuário editar a forma de visualizar os dados, tornando as informações úteis para o apoio de decisão”. A afirmação foi apresentada aos respondentes do questionário aplicado na Empresa 3. Os resultados gerados a partir das respostas dos participantes culminaram no Gráfico 25. Dentre os quatro (4) participantes, três (3) deles responderam concordar em parte com Afirmação 12. Apenas o respondente 1 se expressou concordar totalmente.

Gráfico 25 - Mapa Comparativo, bloco Gestão (Empresa 3).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.3.3 Indicadores de Manutenção

Com o objetivo de analisar o funcionamento do sistema *Easymine* foi necessário calcular alguns indicadores para apontar a disponibilidade do sistema embarcado (*hardware*) na empresa 3. Os dados coletados para essa pesquisa foram colhidos do dia 01/01/2020 até o dia 28/10/2020. Os resultados obtidos a partir dos conceitos demonstrados no capítulo anterior (3.5) culminaram no Quadro 3.

Quadro 3 – MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional por TAG (EMPRESA 3).

TAG	Tempo Total Atendimento	Quantidade OS	MDT (horas)	MTBM (horas)	Disponibilidade Operacional (%)
TAG-1	4,966666667	1	4,966666667	7243,016333	99,93%
TAG-2	17,63333333	1	17,63333333	7230,349667	99,76%
TAG-3	37,01666667	1	37,01666667	7210,966333	99,49%
TAG-4	40,83333333	1	40,83333333	7207,149667	99,44%
TAG-5	45,08333333	1	45,08333333	7202,899667	99,38%
TAG-6	72	1	72	7175,983	99,01%
TAG-7	206,7333333	1	206,7333333	7041,249667	97,15%
TAG-8	59,66666667	2	29,83333333	3594,158167	99,18%
TAG-9	75,51666667	2	37,75833333	3586,233167	98,96%
TAG-10	92,86666667	2	46,43333333	3577,558167	98,72%
TAG-11	115,1666667	2	57,58333333	3566,408167	98,41%
TAG-12	123,75	2	61,875	3562,1165	98,29%
TAG-13	159,7333333	2	79,86666667	3544,124833	97,80%
TAG-14	220,0666667	2	110,0333333	3513,958167	96,96%
TAG-15	351,4166667	2	175,7083333	3448,283167	95,15%
TAG-16	119,2166667	3	39,73888889	2376,255444	98,36%
TAG-17	140,5333333	3	46,84444444	2369,149889	98,06%
TAG-18	149,7166667	3	49,90555556	2366,088778	97,93%
TAG-19	194,2666667	3	64,75555556	2351,238778	97,32%
TAG-20	108,3833333	4	27,09583333	1784,899917	98,50%
TAG-21	201,25	4	50,3125	1761,68325	97,22%
TAG-22	216,4333333	4	54,10833333	1757,887417	97,01%
TAG-23	331,0166667	4	82,75416667	1729,241583	95,43%
TAG-24	285,4833333	5	57,09666667	1392,499933	96,06%
TAG-25	333,4	5	66,68	1382,9166	95,40%

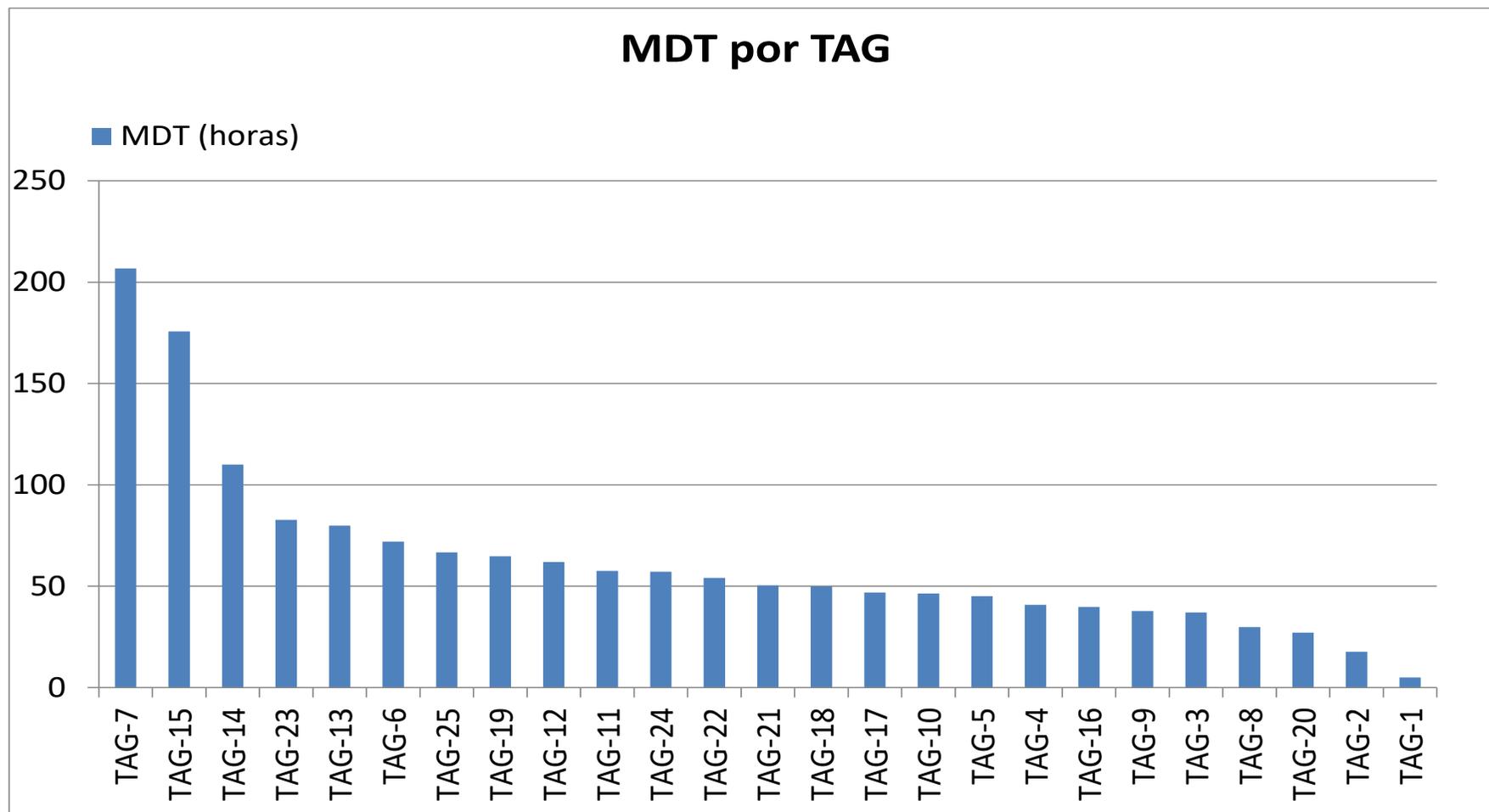
Fonte: Dados da Pesquisa.

O MDT por TAG é expresso no Gráfico 26, confeccionado a partir dos dados expostos pelo Quadro 3. O MDT por TAG varia entre 4,96 horas até 206,73 horas, levando em conta todos embarcados instalados, o MDT médio é de 62,5 horas, considera-se então que o tempo médio de reparo do parque instalado é de 62,5 horas.

No que se diz ao MTBM, assim como o MDT os dados para o dimensionamento do Gráfico 27, foram obtidos através do Quadro 3. O MTBM médio entre os sistemas embarcados foi de 3919,05 horas, consta-se então, a ocorrência de uma falha em média a cada 52 dias entre os equipamentos instalados. Ao MTBM por cada equipamento varia entre 1382,9166 horas até 7243,016 o Gráfico 27 exibe essa relação.

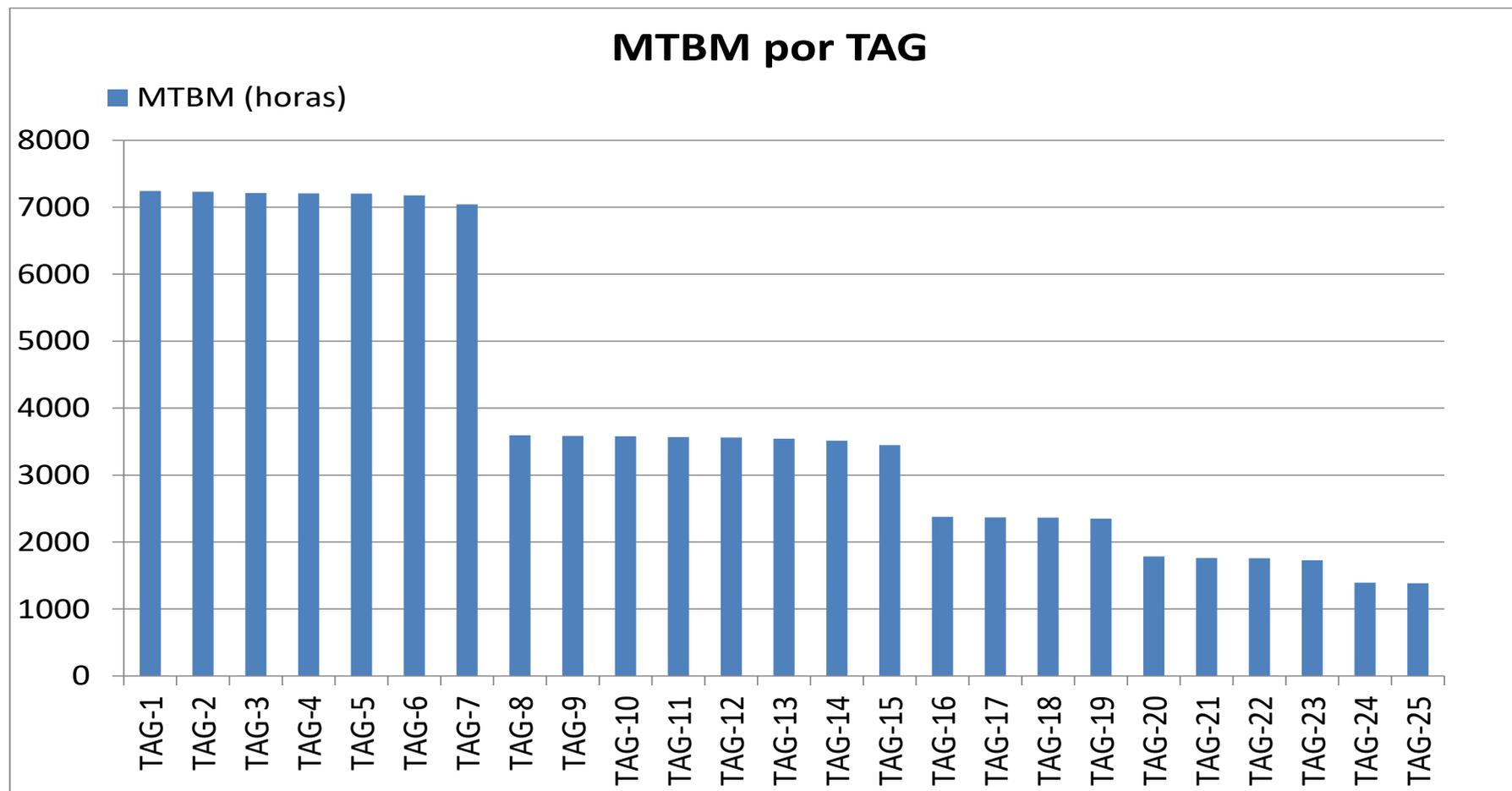
A partir, dos indicadores de MDT e MTBM foi possível identificar a Disponibilidade Operacional de cada embarcado instalados nos equipamentos da Empresa 3. Conforme foram obtidos, e transferidos os resultados para o Quadro 3, possibilitou a confecção do Gráfico 28. O Gráfico 28, exibe a Disponibilidade Operacional individual para cada sistema instalado, entretanto, considerando o parque instalado da Empresa 3, a Disponibilidade Operacional média é de 97,96 por cento (%).

Gráfico 26 - Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) por TAG (EMPRESA 3).



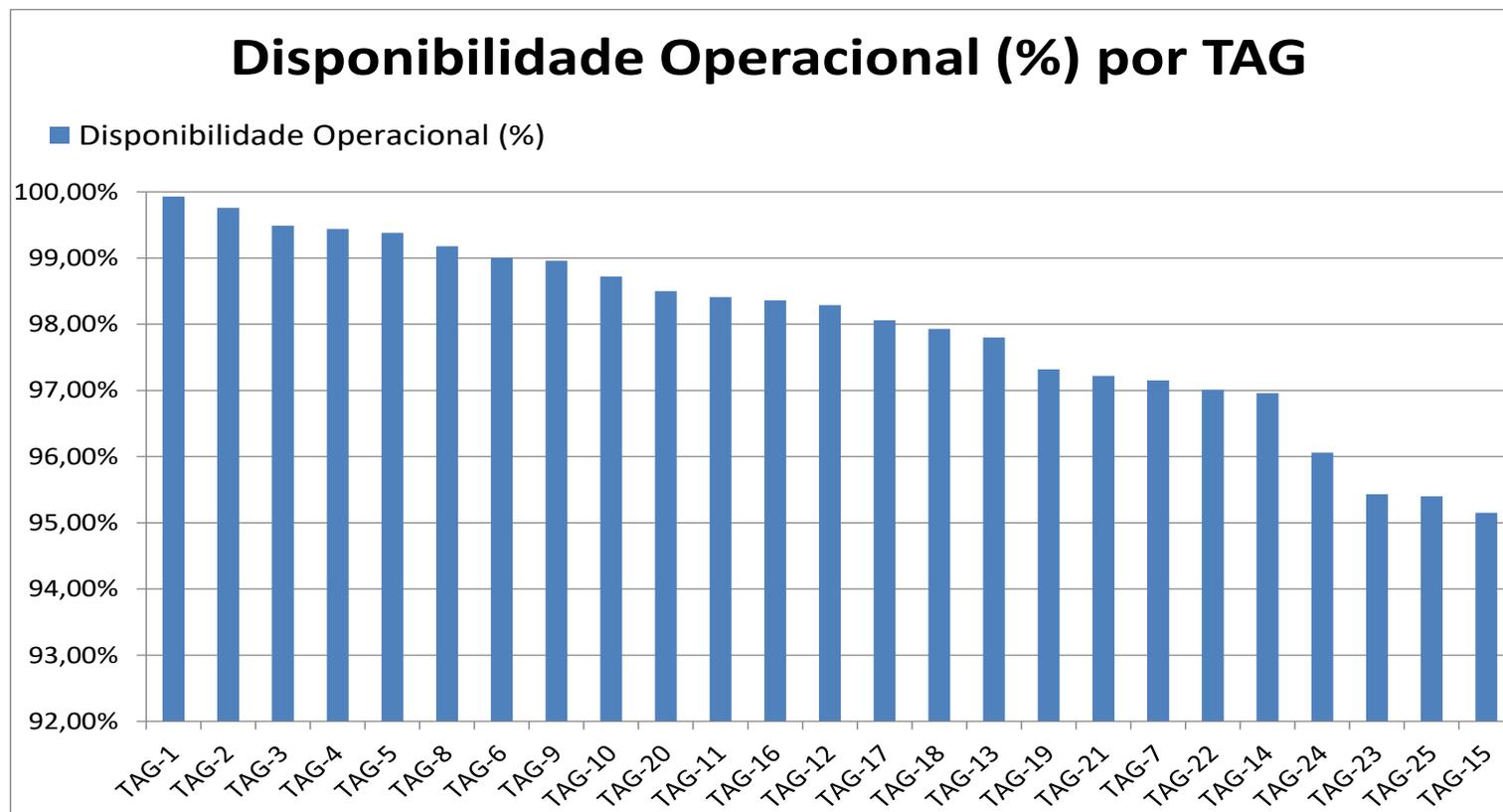
Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 27 - Relação do indicador MTBM por TAG (EMPRESA 3).



Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 28- Relação do indicador Disponibilidade por TAG (EMPRESA 3).



Fonte: Dados pesquisados.

4.2.4 Mapa comparativo entre as empresas

Em consoante com as respostas obtidas pelos profissionais do planejamento tático e bem com do planejamento operacional referente ao mesmo sistema, *Easymine*. Nesse capítulo será traçado a triangulação de dados, na qual tem o objetivo de traçar um paralelo geral entre as 3 empresas pesquisadas para cada questionário, e nível organizacional ressaltando os pontos convergentes. Mas também, nesse tópico será apresentada a média entre os indicadores calculados por equipamento para cada empresa.

4.2.4.1 Módulo Embarcado

Ao analisar a afirmação 1 presente no Gráfico 29, ressalta sobre a facilidade e domínio ao usuário quanto à utilização do sistema, observam-se sob a ótica dos respondentes entre as 3 empresas que o sistema é amigável. Em unanimidade todos os participantes concordaram totalmente ou parcialmente com afirmação.

No que se refere à afirmação 2 sobre alto nível de velocidade processamento para as aplicações do sistema *Easymine*, os respondentes entenderam que as empresas 2 e 3 inclinam-se a concordar com a afirmação. No entanto, conforme o Gráfico 29 em pelo menos 14 por cento (%) dos respondentes em cada empresa discordou parcialmente ou totalmente, foi salientado na questão opcional.

Respondente 4, empresa 1: “Sistema muito eficiente; porém algum, travamento as vezes, mas fora isso ajuda bastante no dia a dia”.

O Respondente 1 da empresa 2, reitera que com as devidas, manutenções preventivas o sistema permanece em pleno funcionamento.

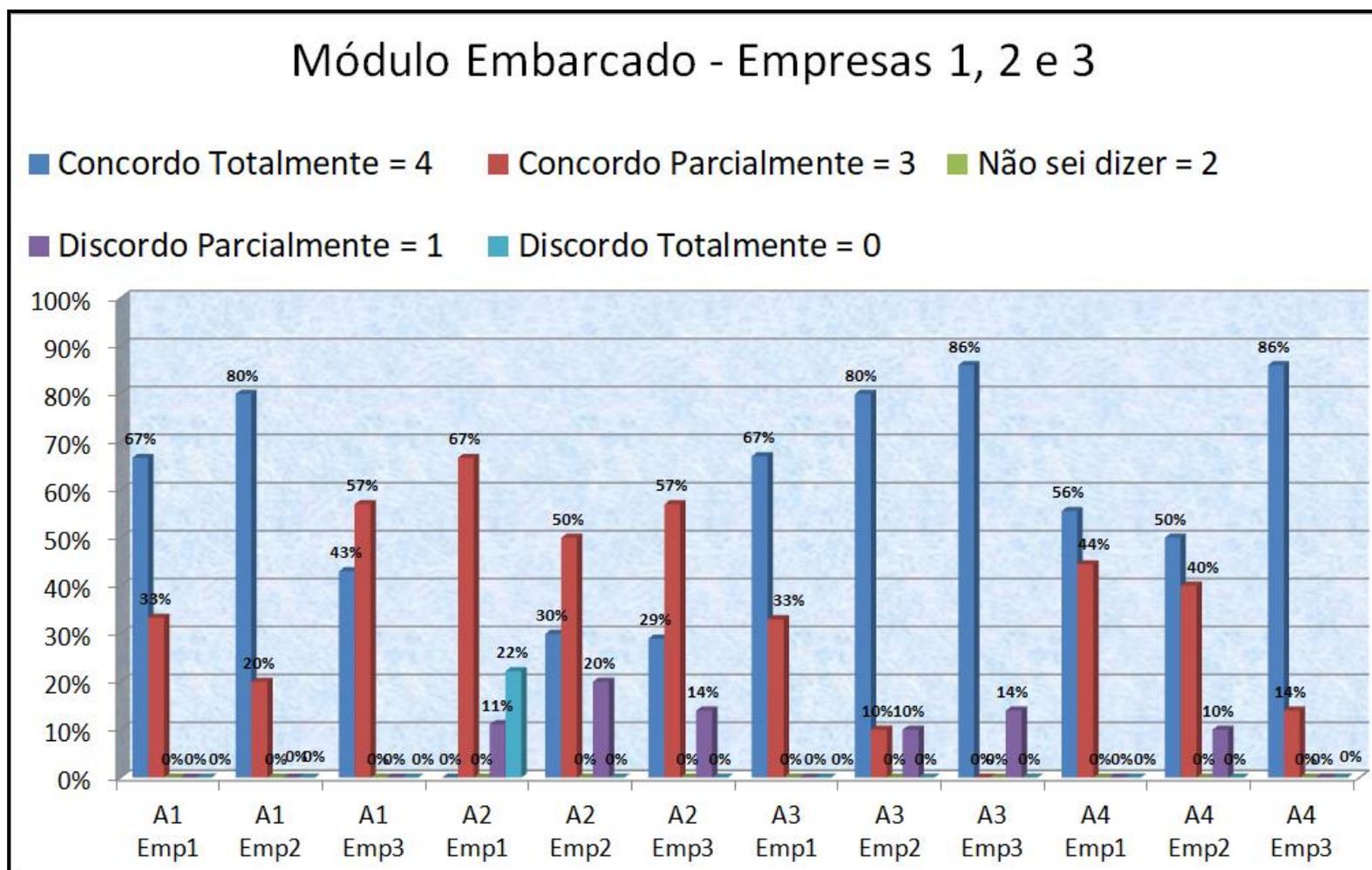
Respondente 1, empresa 2: “Eu acho que deveria fazer atualização mensal para que o sistema fique mais rápido”.

Em relação à tela de confirmação de atividade, fornece as informações necessárias para o início da execução das atividades assunto abordado da

afirmação 3, encontra-se uma tendência em concordância na empresa 2 e na empresa 3. De acordo com o Gráfico 29 no mínimo 80 por cento (%) dos respondentes, concordam totalmente ou parcialmente.

Percebe-se ao analisar o Gráfico 29, exclusivamente na afirmação 4 que, quanto ao campo operação, às ocorrências presentes nessa tela atendem as necessidades durante a operação. Conclui-se que, embora haja uma divergência parcial entre os respondentes da empresa 2, as 3 empresas inclinam-se para aceitar a afirmação. Ou seja, todos os outros respondentes concordaram parcialmente ou totalmente.

Gráfico 29 - Mapa comparativo entre as Empresas (Af1 à Af4).



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar o Gráfico 30, e especificamente a afirmação 5 que se refere à prática e eficiência do *checklist* no sistema, conclui-se que as 3 empresas tendem a concordar com a afirmação. Observa-se que sob ótica dos respondentes, 88 por cento (%) no mínimo, entre as 3 empresas concordam parcialmente ou totalmente.

Avaliando a afirmação 6, através do Gráfico 30 que refere a influência do sistema em tornar a operação mais dinâmica, conclui-se que todos os respondentes entre as 3 empresas pesquisadas concordaram totalmente ou parcialmente com a afirmação. Alguns respondentes confirmaram.

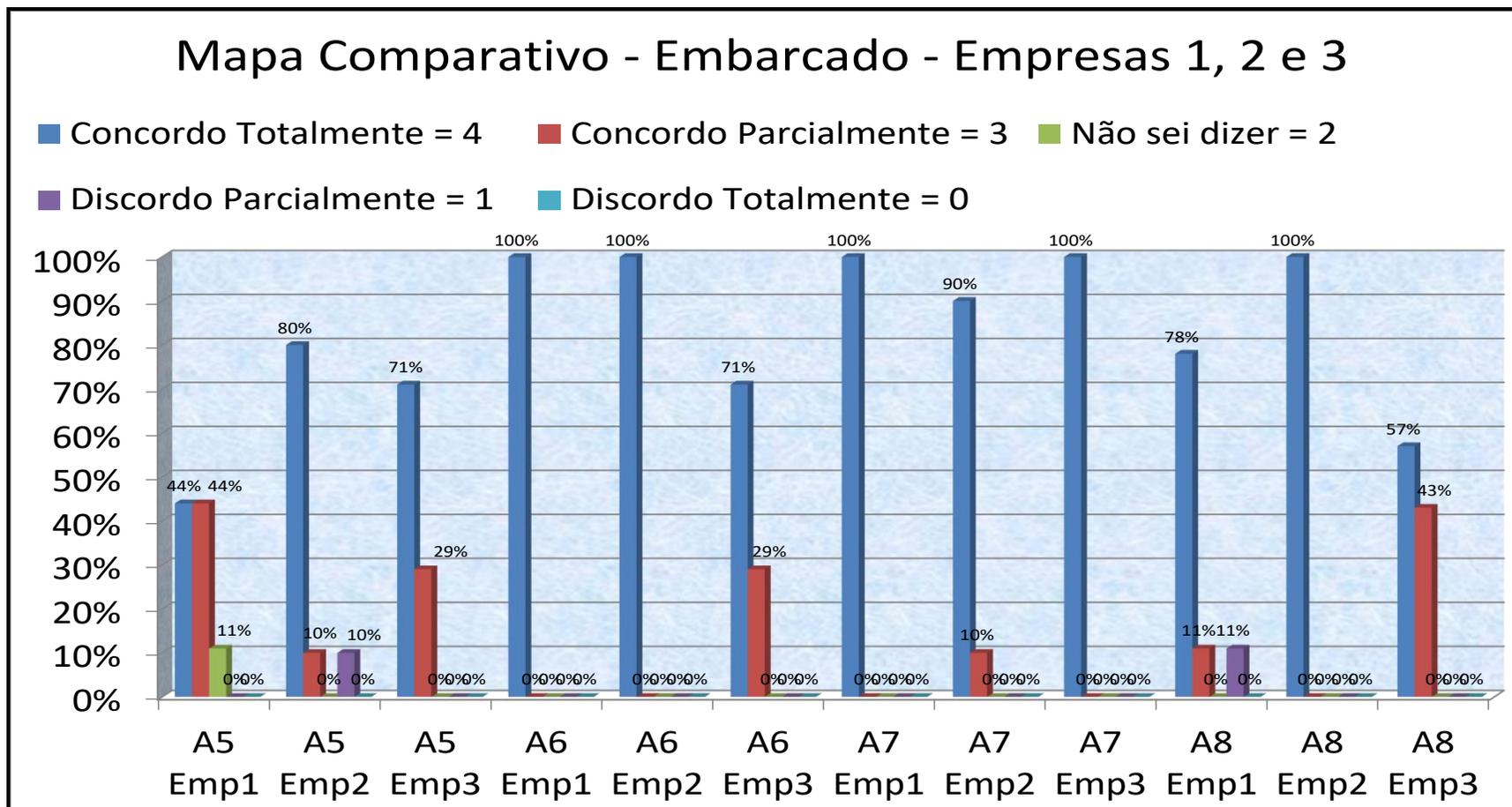
Respondente 2, empresa 2: “o sistema é valido agiliza tempo para realização mais rápida da execução das atividades”.

Respondente 3, empresa 2: “Este sistema trouxe muitos benefícios, além de eficiente melhorou a comunicação entre a equipe”.

Em relação aos benefícios da utilização do sistema comparado aos métodos tradicionais, assunto abordado na afirmação 7, encontra-se uma tendência de concordância nas empresa 3 empresa. Conforme o Gráfico 30, todos os respondentes concordam parcialmente ou totalmente com a afirmação.

Percebe-se ao analisar o Gráfico 30, exclusivamente a afirmação 8, que quanto à utilização do sistema percebeu-se melhora no desempenho dos serviços. Conclui-se que, embora 20 por cento (%) dos respondentes da empresa 1 tenderam a uma divergência parcial, os outros participantes, entre as 3 empresas concordaram parcialmente ou totalmente com a afirmação 8.

Gráfico 30 - Mapa comparativo entre as Empresas (Af5 à Af8).



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.4.2 Módulo Gerencial

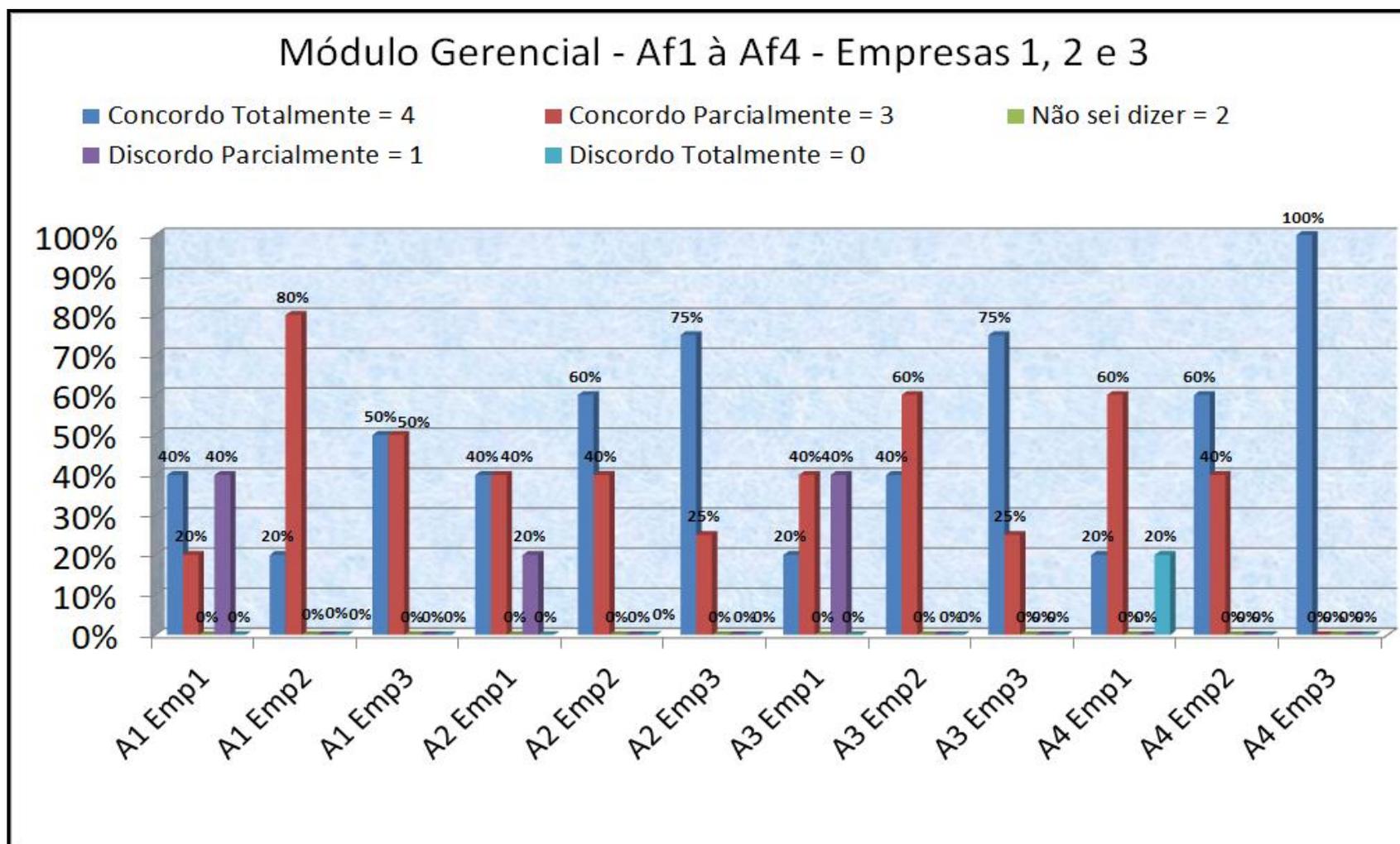
Em relação ao acompanhamento (localização e rastro) dos equipamentos em tempo real (geoprocessamento) assunto abordado da afirmação 1, encontra-se uma tendência em concordância na empresa 2 e na empresa 3. Na qual, todos os respondentes, concordam totalmente ou parcialmente.

No que se refere à afirmação 2 sobre o acompanhamento das ocorrências (carregamento, deslocamento, operando vazio, operando cheio, entre outras) durante a operação, os respondentes entenderam que as 3 empresas inclinam-se a concordar com a afirmação. No entanto, apenas 20 por cento (%) da empresa 1 discordaram parcialmente com a afirmação. Para entender essa discrepância, seria necessária a aplicação de entrevista, uma vez que não foi salientado na questão opcional.

Ao analisar o Gráfico 31, especificamente a afirmação referente às condições de disponibilizar informações em tempo real, por meio de indicadores de produtividade, de disponibilidade e de utilização de equipamentos de produção e apoio, as respostas voltam-se para uma concordância com a afirmação entre as empresas 2 e 3, na qual todos os respondentes concordaram parcialmente ou totalmente.

Percebe-se ao analisar o Gráfico 31, exclusivamente a afirmação 4 que aborda a otimização do transporte e da produtividade que, embora haja uma divergência totalmente os respondentes da empresa 1, as 3 empresas inclinam-se para aceitar a afirmação.

Gráfico 31 – Mapa comparativo entre as Empresas (Af1 à Af4).



Fonte: Dados da pesquisa.

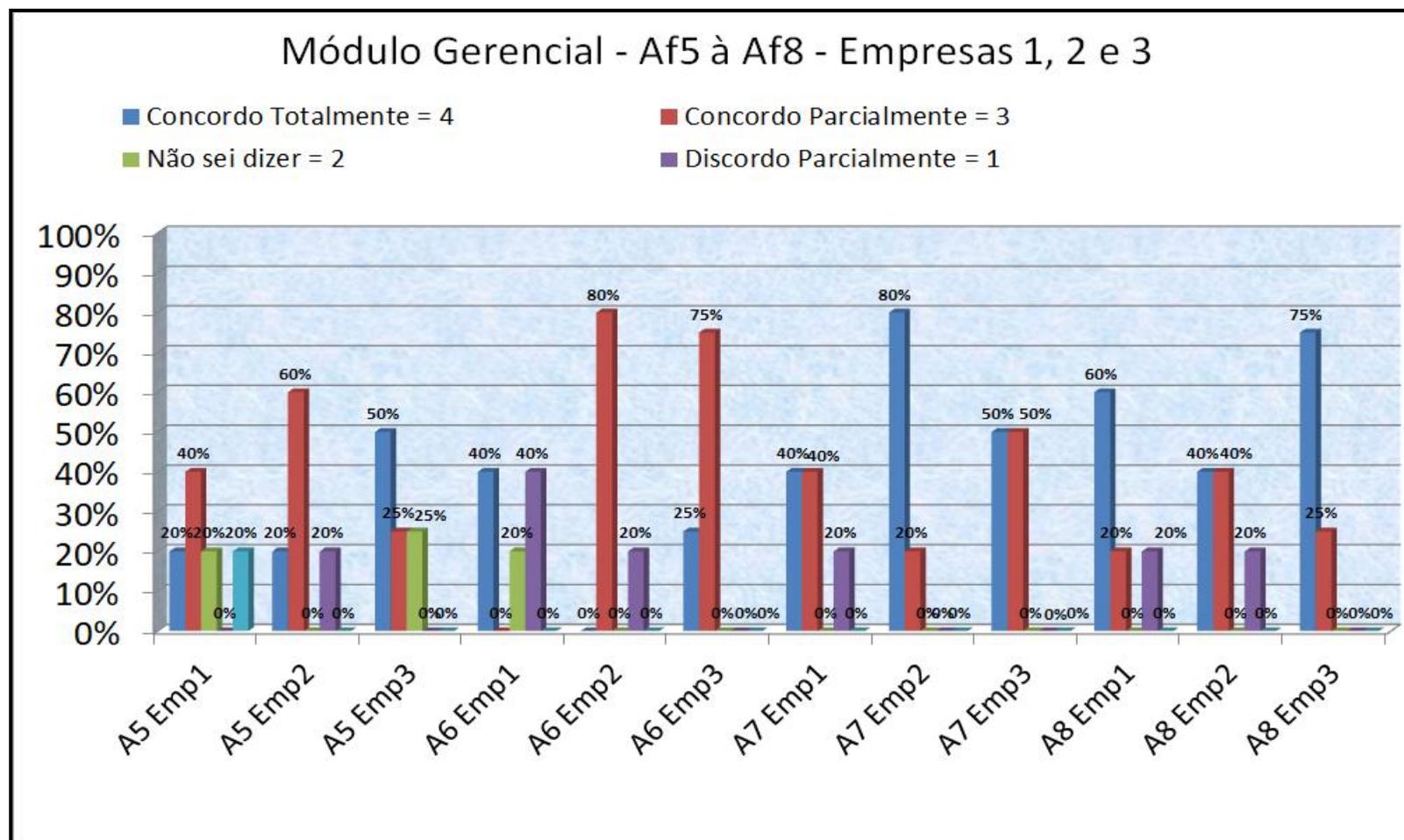
Avaliando a afirmação 5, que aborda o monitoramento de velocidade ao setor de segurança da mina ou aos setores industriais, embora tenha algumas divergências nas quais, alguns respondentes não souberam responder, a grande maioria tendeu a aceitar a afirmação entre as empresas 2 e 3, sendo que ou concordaram totalmente ou parcialmente.

Conforme se visualiza no Gráfico 32, no que se trata a afirmação 6, refere-se à detecção e controle de infrações no trânsito interno, os respondentes entre as empresas 2 e 3, corroboram a aceitação da afirmação. Contudo, em sua maioria concordam totalmente, ou parcialmente, no entanto 20 por cento (%) dos respondentes, dizem concordar parcialmente na empresa 2.

Ao analisar o Gráfico 32, especificamente a afirmação 7, referente ao acompanhamento do previsto e realizado, as respostas voltam-se para uma concordância para com a afirmação entre as empresas 3 empresas onde está instalado o produto, na qual a grande maioria dos respondentes concordou parcialmente ou totalmente, exceto 20 por cento (%) dos respondentes da empresa 1.

Percebe-se ao analisar o Gráfico 32, exclusivamente a afirmação 8 que aborda a análise de perdas de produção, de cumprimento de metas e de fechamento de produção, conclui-se que, embora haja 20 por cento (%) de discordância total ou parcial nas empresas 1 e 2, a grande maioria, entre as 3 organizações inclina-se a concordar com a afirmação.

Gráfico 32 – Mapa comparativo entre as Empresas (Af5 à Af8).



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos relatórios, permitem análise dos diferentes níveis da empresa, tais como: operacional, tático e estratégico assunto abordado da afirmação 9, encontra-se uma tendência em concordância nas 3 empresas pesquisadas. Na qual, no mínimo 80 por cento (%) dos respondentes entre as empresas pesquisadas, concordam totalmente ou parcialmente.

Avaliando a afirmação 10, que aborda a condição dos relatórios, em relação à apresentação do planejado e o realizado, embora tenha divergência de 20 por cento (%) dos respondentes na empresa 1, a outra parte, dos participantes entre empresa 1, empresa 2 e empresa 3 diz concordar parcialmente ou totalmente.

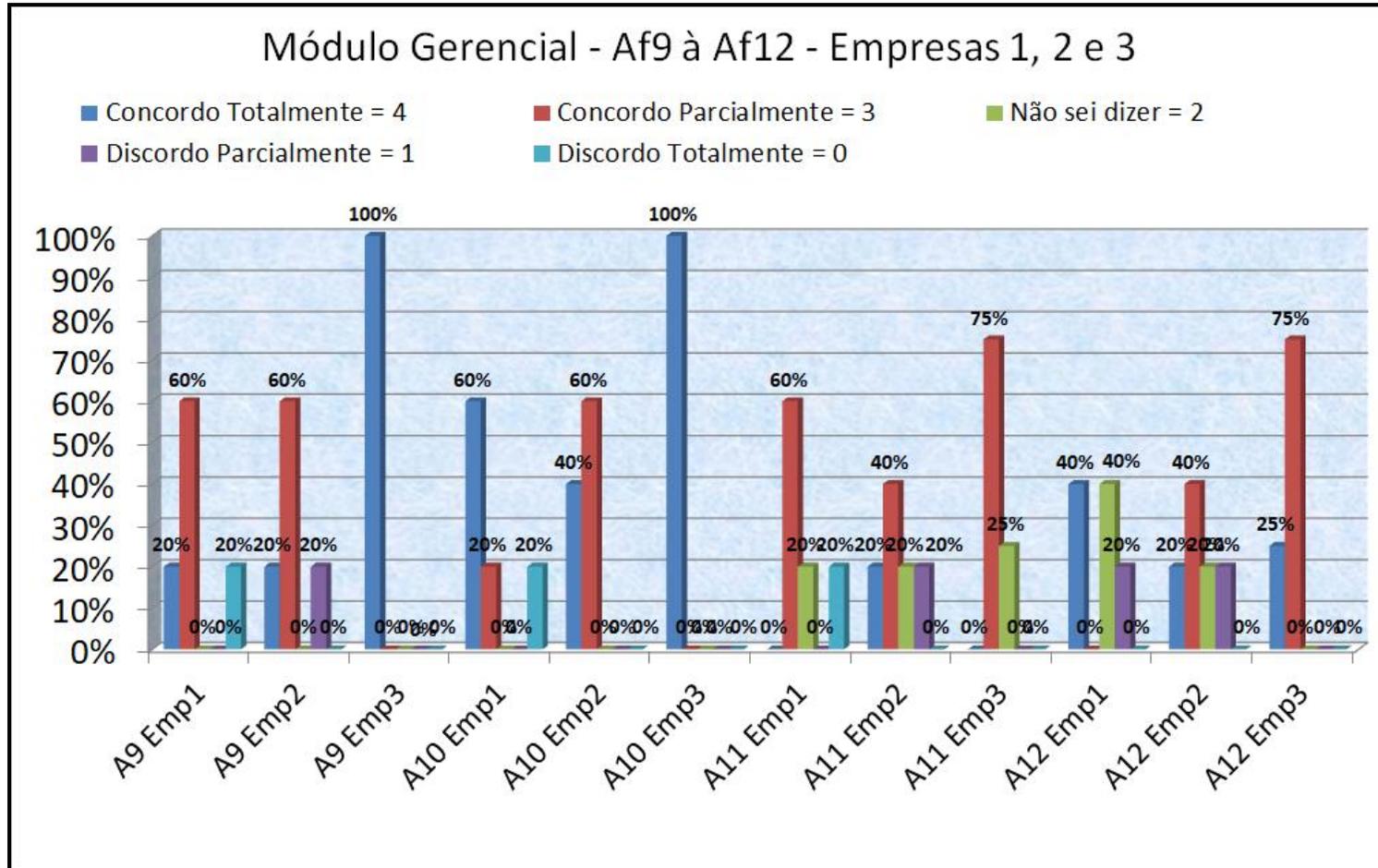
Conforme se visualiza no Gráfico 33, no que se trata a afirmação 11, refere-se à influência dos indicadores e do *Easybi* para tomada de decisão rápida, a maior parte dos respondentes entre as 3 empresas diz concordar em parte, no entanto apenas na empresa 3 é identificada uma amostra maior que 70 por cento (%) em um extremo. Vale ressaltar, que em pelo menos 20 por cento (%) dos respondentes em cada organização não soube dizer. Esse fato é confirmado pelo entrevistado 5 da empresa 1, em razão de não ter permissão para acesso ao *Easybi*, o respondente corrobora na questão opcional: "Afirmações - 11 e 12 não estão habilitado para mim".

Percebe-se ao analisar o Gráfico 33, exclusivamente a afirmação 12, na qual ratifica a autonomia do usuário em editar a forma de visualizar os dados através do *Easybi*, ao investigar sob visão dos respondes conclui-se que, embora haja uma unanimidade de concordância da empresa 3, as empresas 1 e 2 tiveram respostas divergentes. Ainda sim, 40 por cento (%) da empresa 1 e 20 por cento (%) da empresa 2 não soube dizer. Como na questão, anterior segue alguns depoimentos.

Respondente 5, empresa 1: "Afirmações - 11 e 12 não estão habilitado para mim".

Respondente 4, empresa 2: "Tenho algumas duvidas em alguns processos".

Gráfico 33 – Mapa comparativo entre as Empresas (Af9 à Af12).



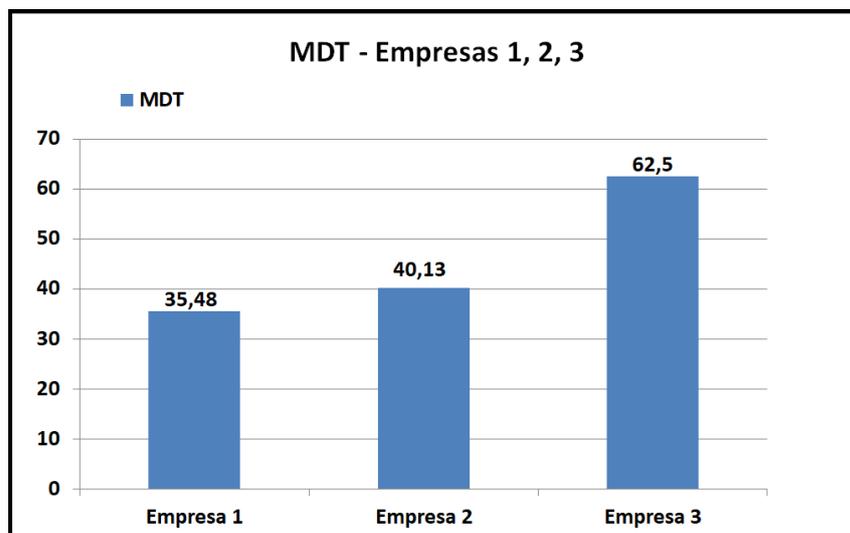
Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.4.3 Indicadores de Manutenção

Para facilitar a visualização, interpretação e a análise dos resultados obtidos, foram apresentados, de forma condensada os indicadores de MDT, MTBM e Disponibilidade Operacional. Desse modo, realizou-se uma média simples entre todos os sistemas que estão instalados nos equipamentos para cada empresa pesquisada.

No que diz respeito ao MDT, o tempo médio entre paralisações, as empresas apresentaram em média para os sistemas instalados nos equipamentos valores de 35,48 horas até 62,5 horas. No Gráfico 34 é possível visualizar separadamente a relação do indicador MDT para cada empresa.

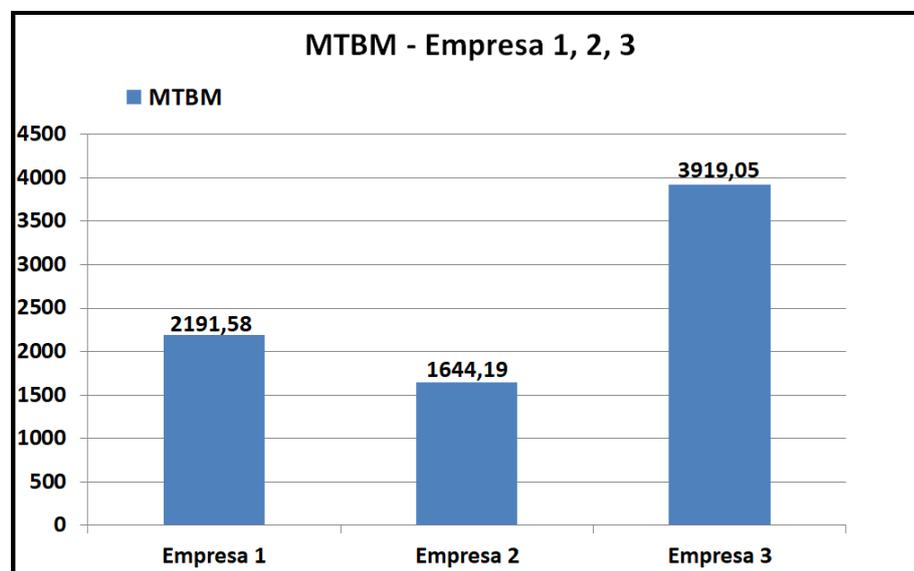
Gráfico 34 - Relação do indicador MDT (em português, tempo médio de paralisações) para as Empresas 1, 2, 3.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao MTBM entre as empresas, os valores oscilam de 1644,19 até 3919,05 horas. Empresa 1 : 2191,58 horas; Empresa 2: 1644,19 horas; Empresa 3: 3919,05 horas. O Gráfico 35 ilustra o MTBM de forma condensada para cada empresa.

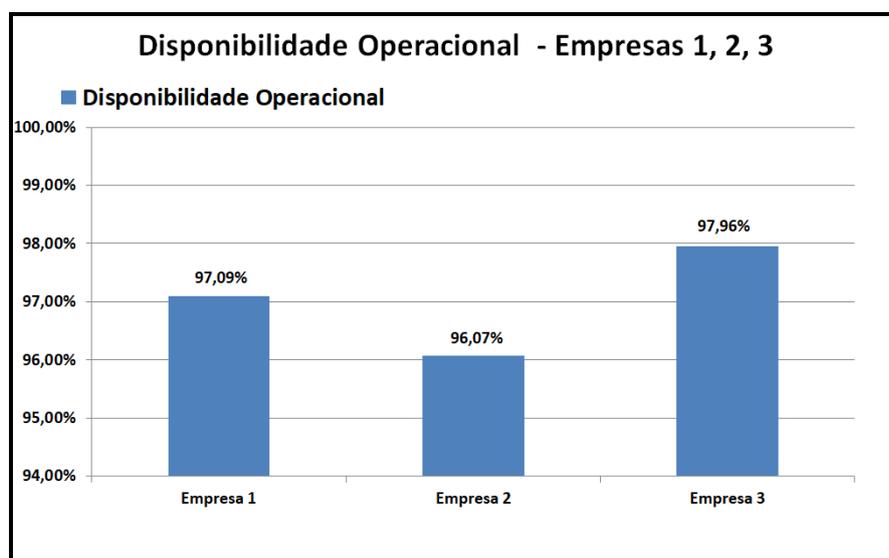
Gráfico 35 - Relação do indicador MTBM (em português, tempo médio entre manutenções) para as Empresas 1, 2, 3.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar o Gráfico 36, percebe-se que a Disponibilidade Operacional média entre os sistemas embarcados instalados nos equipamentos de cada empresa cliente variam entre 96,07 por cento (%) até 97,96 por cento (%). Empresa 1: 97,09 por cento (%); Empresa 2: 96,07 por cento (%); Empresa 3: 97,96 por cento (%).

Gráfico 36 - Relação do indicador de Disponibilidade Operacional para as Empresa 1, 2, 3.



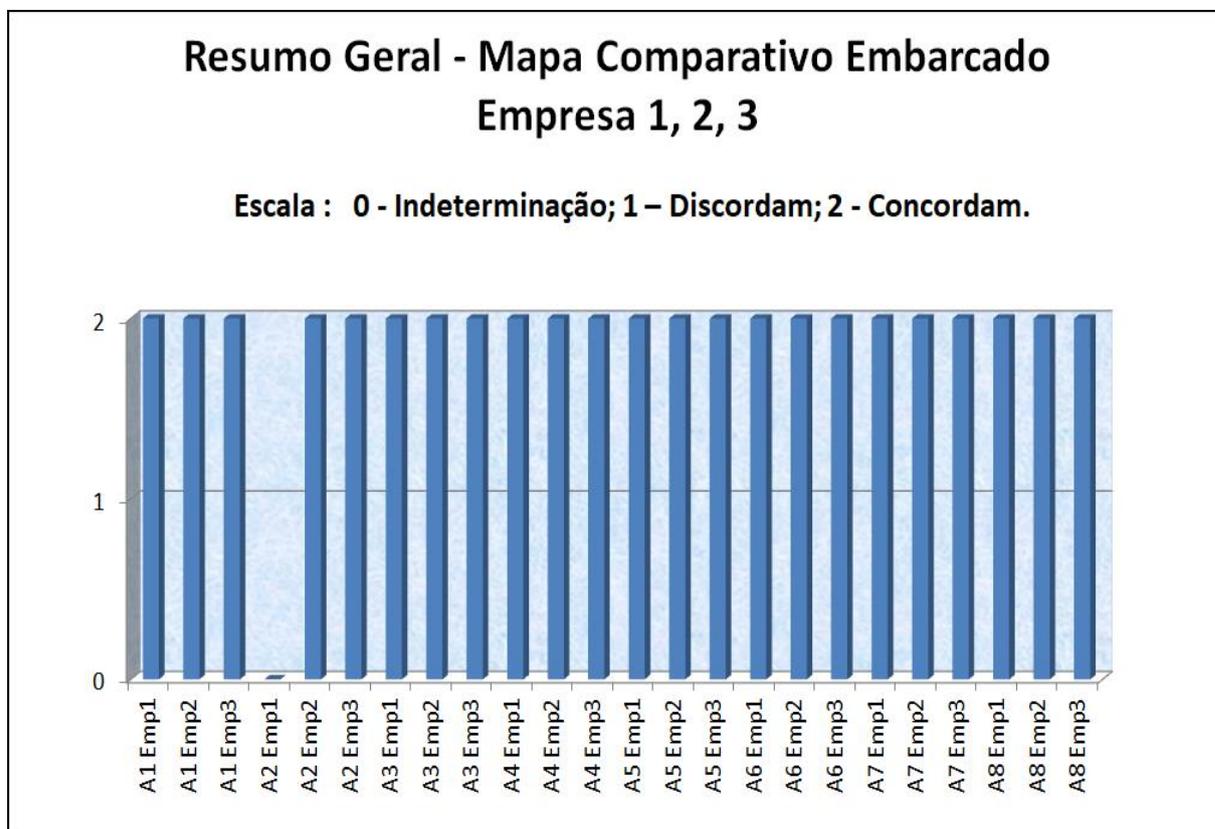
Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.5 Resumo geral das respostas entre as empresas

Tendo em vista o confronto realizado entre as respostas dos profissionais do planejamento operacional e tático concernentes ao sistema *Easymine* para as diferentes empresas, nesse capítulo é exibido um resumo geral de acordo com os Gráfico 37, 38, 39 e 40. O objetivo foi extrair os resultados da triangulação de dados entre as três empresas pesquisadas com enfoque nos pontos convergentes. São apresentados os questionários de forma resumida contendo as 3 organizações para facilitar o entendimento das disposições dos resultados e o dimensionamento dos mapas comparativos entre as empresas. Nesse caso, será avaliado o que a maioria considerou, respeitando os critérios e a escala estabelecida no capítulo (3.5). A escala segue as seguintes diretrizes: 0 - Indeterminação; 1 – Discordam; 2 - Concordam.

Ao analisar o Gráfico 37 percebe-se concordância entre as três empresas para todas as afirmações, exceto para a afirmação 2. Já que na empresa 1 houve uma indeterminação devido às dispersões de respostas.

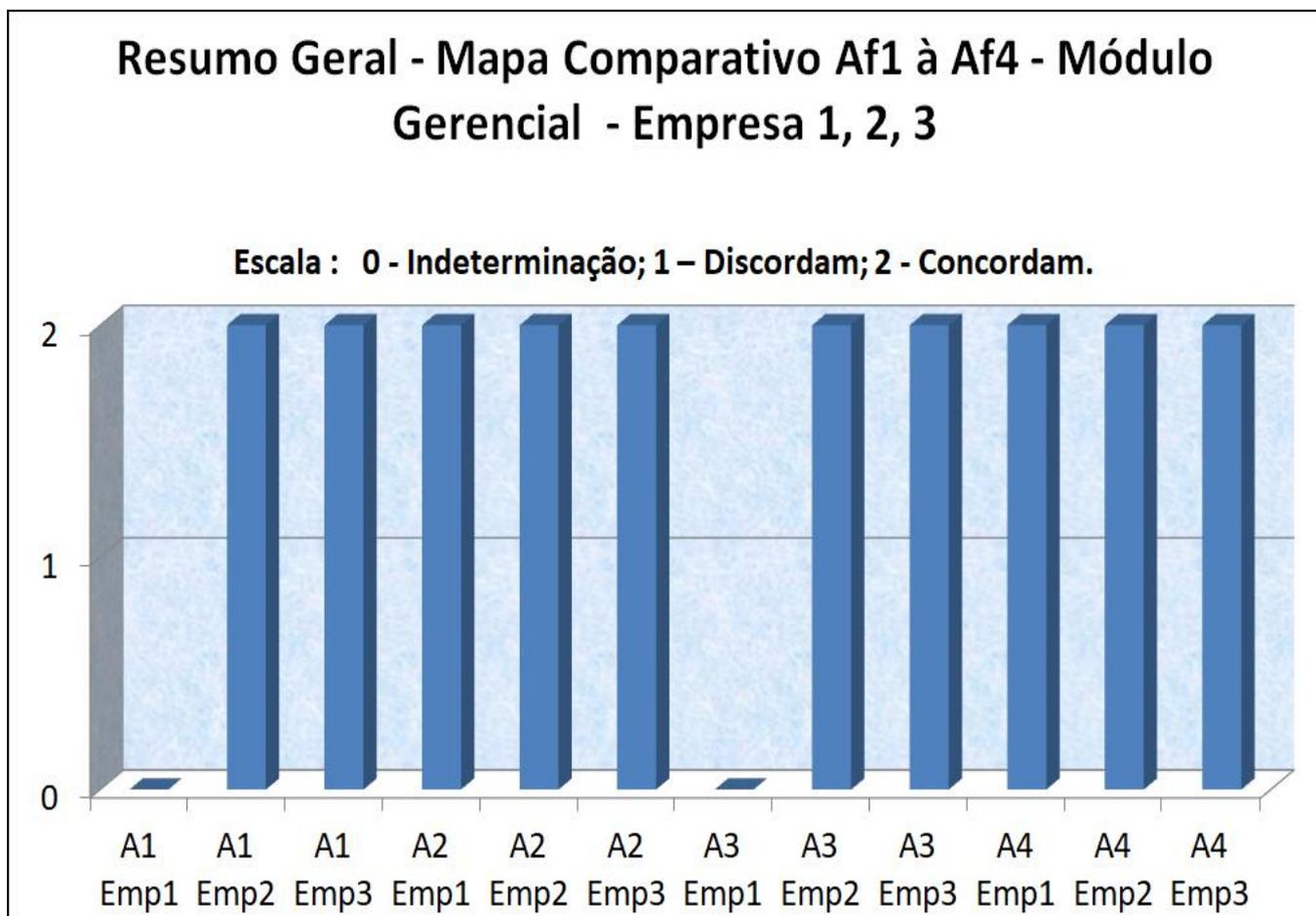
Gráfico 37 – Resumo Geral dos mapas comparativos Módulo Embarcado das Empresas 1, 2, 3.



Fonte: Dados da pesquisa.

Diante o Gráfico 38 nota-se a presença de indeterminações tanto para a Afirmação 1 quanto para Afirmação 3 na empresa 1. Fato este que justificam-se por ambas as questões apresentarem dispersões nas respostas. No entanto, para as outras empresas e afirmações, todas as afirmações foram dadas como verdadeiras.

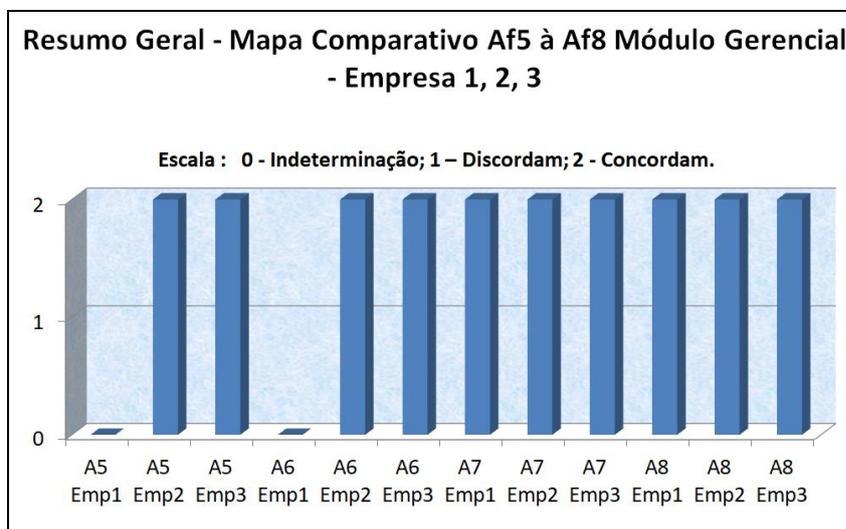
Gráfico 38 - Resumo Geral dos Mapas comparativo Af1 à Af4 Módulo Gerencial das Empresas 1, 2,3.



Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 39 apresenta apenas indeterminação nas afirmações 5 e 6, ambas na empresa 1 pelo motivo de respostas muito dispersas. Para as outras afirmações, todas as empresas concordaram que as mesmas são verdadeiras.

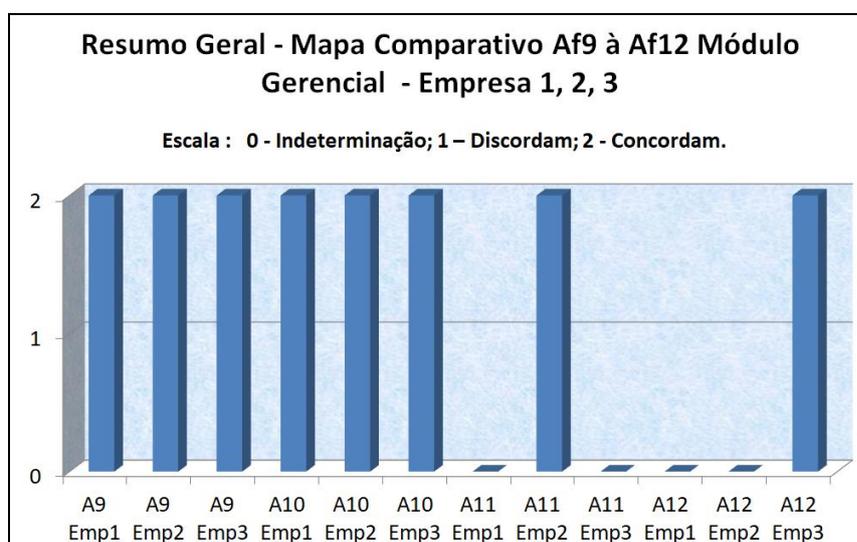
Gráfico 39 - Resumo Geral dos Mapas comparativo Af5 à Af8 Módulo Gerencial das Empresas 1, 2,3.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar o Gráfico 40, conclui-se que as afirmações 9 e 10 foram aceitas como verdadeiras pelas três empresas pesquisadas. Entretanto, as afirmações 11 e 12 não são passíveis de conclusões, pelo fato de duas empresas apresentarem indeterminações (empresa 1 e 3 referentes à afirmação 11, e empresa 1 e 2 na afirmação 12).

Gráfico 40 - Resumo Geral dos Mapas comparativo Af9 à Af12 Módulo Gerencial das Empresas 1, 2,3.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.3 Discussão dos Resultados

Para que se fizesse possível o alcance do objetivo principal dessa pesquisa, que é o de analisar os impactos da utilização do sistema *Easymine* sob a ótica dos usuários finais, foram traçadas metas intermediárias que foram cumpridas na íntegra. Os objetivos específicos propostos em tela são estes:

- Mapear as funcionalidades do sistema *Easymine*, bem como levantar as informações sobre paradas e manutenções corretivas não planejadas²¹ da parte do *hardware* que comporta o sistema e que está instalado nos equipamentos das empresas pesquisadas, por meio de pesquisa documental;
- Investigar, por meio de questionários aplicados aos colaboradores do nível operacional e do nível tático das empresas pesquisadas, a opinião dos usuários sobre as funcionalidades do sistema *Easymine*;
- Criar mapa comparativo entre as respostas dos profissionais pesquisados da mesma empresa, evidenciando os pontos convergentes e divergentes, diante das funcionalidades do sistema *Easymine*;
- Efetuar triangulação de dados entre as empresas, criando um resumo geral entre as opiniões de respondentes do mesmo nível organizacional (operacional e tático) e dos indicadores de manutenção, no que se referem às funcionalidades previstas pelo sistema *Easymine*;
- Evidenciar os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob a ótica dos usuários da região de Araxá.

A primeira meta intermediária consistiu em analisar a proposta técnica do sistema *Easymine* nos documentos fornecidos pela empresa Instale Tecnologia Ltda. Inicialmente, realizou-se a leitura de propostas técnicas e manuais de utilização do sistema, elucidando-se o que o referido *software* tinha como proposição a realizar e entregar aos clientes. E em seguida, verificou-se em uma base de teste se o sistema apresenta as funções e

²¹ Manutenção corretiva não planejada “caracteriza-se pela atuação da Manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que esperado” (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 56).

funcionalidades citadas. Por fim, foram confeccionados os questionários utilizados na pesquisa.

Ainda no primeiro objetivo específico, foram levantadas as informações sobre paradas e manutenções corretivas não planejadas do hardware que é instalado nos equipamentos através da plataforma web ciclo de vida²². Desse modo, calculou-se os indicadores de manutenção MTBM, MDT e a Disponibilidade Operacional. Para resumo, dos resultados obtidos, calculou-se um MTBM, MDT e a Disponibilidade Média mostrada na Tabela 1 entre todos os sistemas embarcados instalados nas empresas. No que tange a Disponibilidade, o sistema apresenta uma Disponibilidade Média superior a recomendada em classe mundial (VINCE, 2020). No que concerne, ao MDT, a empresa Instale Tecnologia Ltda., tem por força de contrato, que manter, nas empresas 1 e 2, um MDT menor que 60 horas corridas a partir da abertura das ordens de serviços. Observa-se, ao analisar a Tabela 1, que os valores médios estão abaixo do estabelecido. E os casos que estapolararam esses indicadores são de responsabilidade dos clientes por apresentarem pendências, impedimento a efetuação das manutenções, uma vez que a Instale Tecnologia Ltda. não sofreu advertências durante o período em que houve a realização da pesquisa. Na empresa 3, a forma contratual é divergente às demais e não estabelece o tempo limite para realização das manutenções, vez que, de acordo com o contrato, não foi adquirido o serviço de um técnico fixo na organização para realização das manutenções.

Tabela 1 – Resumo dos Indicadores de Manutenção das Empresas 1,2 e 3

Resumo dos Resultados			
	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
MTBM	2191,58	1644,19	3919,05
MDT	35,48	40,13	62,5
Disponibilidade Operacional	97,09%	96,07%	97,96%

Fonte: Dados da pesquisa.

O segundo objetivo intermediário, foram as aplicações dos questionários. Nessa etapa, vale ressaltar que os sujeitos dessa pesquisa, foram divididos em dois grupos: (i) os profissionais do planejamento operacional (como operadores de máquinas, motoristas de

²² Disponível em: <http://ciclovida.azurewebsites.net/Acesso>. Acesso em: 10 set. 2020

caminhões) e (ii) os responsáveis pelo planejamento tático (planejadores e líderes). Sendo assim, os questionários direcionados para o primeiro grupo abordaram os assuntos relacionados ao módulo embarcado e, ao segundo grupo, ao módulo gerencial. Essa divisão foi necessária para confiabilidade dos resultados, uma vez que são os usuários diretos de cada parte do sistema.

Após a aplicação dos questionários diante a terceira meta interdiária, foram criados os mapas comparativos entre as opiniões dos profissionais pesquisados, evidenciando os pontos convergentes e divergentes mediante os serviços oferecidos para as 3 empresas. Perante essa análise, notou-se que o maior número de divergências se encontra na Empresa 1.

Contudo, no quarto objetivo intermediário dessa pesquisa, utilizou-se o método de triangulação de dados para distinguir os impactos e estabelecer conclusões referentes ao sistema *Easymine* sob a ótica dos usuários finais. A partir da triangulação de dados, buscaram-se as respostas por diferentes fontes, ou seja, as 3 empresas pesquisadas. Diante do exposto, foi considerado como fator determinante para aceitação ou rejeição das afirmações o que a maioria considerou, e também, as respostas similares entre pelo menos duas empresas.

Perante essa análise e considerando o Gráfico 37 (Capítulo 4.2.5), notou-se, em relação ao questionário (Módulo Embarcado), direcionado aos responsáveis do planejamento operacional (motoristas de caminhão e operadores de máquina), uma aceitação para todas as afirmações apresentadas no questionário. Embora, em relação à afirmação 2, mesmo tendo a aceitação por parte dos respondentes, vale ressaltar que houve relatos sobre travamentos esporádicos, haja vista que não houve nenhum comprometimento, uma vez que foram aplicadas as devidas manutenções preventivas.

Em relação ao questionário aplicado aos profissionais do planejamento tático (líderes e planejadores) percebe-se uma influência positiva na maior parte das afirmações, de acordo com os Gráficos 38, 39, 40 (Capítulo 4.2.5). Seguindo os critérios estabelecidos pela triangulação, as afirmações, 11 e 12 referentes aos indicadores e ao *Easybi*, ficaram indeterminadas, ou seja, não foram aceitas e nem refutadas. Sendo assim, não são passíveis de conclusões. Averigua-se então, nessa etapa, a capacidade de atendimento do sistema, considerando, a partir da triangulação de dados, que o resultado foi de 90 por cento (%) de aceitação das afirmações apresentadas nos dois questionários, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo das respostas.

Resumo das Respostas			
	Total de Afirmações	Não concordam	Percentual
Empresas 1,2,3	20	2	90%

Fonte: Dados da pesquisa.

No que tange ao objetivo final, levantaram e foram transcritas as principais conclusões da pesquisa acerca dos impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob a ótica dos usuários finais da região de Araxá. Circunstância que determinou o fechamento da pesquisa, em que expõe a visão geral de todas as conclusões do trabalho.

Analisando os resultados obtidos dos Gráficos 37, 38, 39 e 40 (Capítulo 4.2.5), percebe-se que teve aceitação na maioria das afirmações presentes nos questionários, ou seja, o sistema *Easymine* influencia positivamente na maioria dos aspectos abordados. Todavia, as afirmações, 11 e 12 referentes aos indicadores e ao *Easybi*, ficaram indeterminadas e não foram passíveis de conclusões.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar os impactos da utilização do sistema *Easymine* sob a ótica dos usuários finais. Acerca da hipótese de pesquisa, ora aventada para o trabalho, que indicou que poderia haver a identificação de impactos distintos, não somente entre cada nível organizacional, mas também entre as empresas, após todas as análises e discussões, embora com algumas ressalvas, esta foi a condição constatada. Em suma, considera-se alcançada a finalidade da pesquisa. Ainda sim, não existe a intenção de generalizar os resultados, restringindo-se apenas ao sistema estudado, aos locais pesquisados, ao momento da pesquisa e aos resultados obtidos.

Realizou-se um estudo para identificar o tempo de operação disponível para utilização do sistema embarcado *Easymine* instalado nas empresas clientes de Araxá e região. A fim de caracterizar quantitativamente a Disponibilidade Operacional do *hardware*, concluiu-se que o sistema apresenta disponibilidade, em sua maioria, maior que a estabelecida em classe mundial. Entretanto, não se pode afirmar o quanto esses valores são bons para empresa, vez que, para obter essa conclusão, são necessários os cálculos de mais alguns parâmetros como performance e qualidade. Em relação ao MDT, nas empresas que é determinado um tempo médio para realizações das manutenções, a Instale tecnologia Ltda. atende aos critérios estabelecidos, efetuando as manutenções dentro do prazo de vencimento.

Depois de concluída a pesquisa, fez-se possível identificar os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob ótica dos usuários finais. Foram notórias as influências positivas na maior parte dos aspectos abordados na pesquisa e, ainda sim, cumpriu com o papel de realizar o que propõe quanto às funcionalidades. Assim sendo, conclui-se que os sistemas embarcados, sob a ótica dos profissionais do planejamento operacional (motoristas de caminhão e operadores de máquina), tornam as operações mais dinâmicas e é muito mais funcional comparado aos métodos convencionais (papéis e pranchetas), além de trazer melhoras no desempenho dos serviços.

Ademais, realizou-se, inclusive, um estudo da parte do *software* gerencial, já que o tratamento dos dados somente é possível quando utilizado o sistema embarcado, visto que é o responsável pela coleta dos apontamentos e dos dados gerados. Dessa forma, constata-se que, sob ótica dos profissionais do planejamento tático (líderes e planejadores), esse tipo de

software traz ganhos reais quanto à produtividade, custos operacionais, segurança e confiabilidade das informações em tempo real.

Apesar de ter havido um planejamento voltado para a melhor condição e estruturação da pesquisa em tela, foram várias as limitações encontradas, a saber:

- Devido ao cenário global em que se vive neste momento, a maior parte dos contatos entre os sujeitos desta pesquisa foi realizado de forma virtual. Assim sendo, o presente trabalho também teve que ser readaptado. A primeira intenção seria a realização de entrevistas ao invés de questionários que foi o meio utilizado, para fins de se preservar a saúde de todos os envolvidos mantendo o devido distanciamento social.
- Ainda que tenha sido feito um pré-teste do questionário, com a finalidade de verificar se todas as questões estavam claras, objetivas e transparentes, ainda houve pequenos problemas com a interpretação das afirmações, não sendo possível, por se tratar de questionários, solucionar as dúvidas do participantes diante de questões mal compreendidas.
- Considerando-se que tenha sido criada uma amostra intencional dos respondentes, uma quantidade considerável não soube responder algumas afirmações. Fato que poderia ter sido melhor investigado por meio de entrevistas estruturadas.
- O tempo também limitou a quantidade de respondentes, o que pode ser justificado pelo curto prazo para a realização da pesquisa.
- O fato dos questionários terem que ser enviados por meio digital, acarretou na redução do número de questionários respondidos recebidos e grande parte dos questionários não retornaram e não houve tempo suficiente de se efetuar novas pesquisas.
- Pela falta de dados disponibilizados pela plataforma virtual fornecida, não foi possível calcular outros indicadores como: OEE (*Overall Equipment Effectiveness*, em português: Eficácia Geral da Máquina).

No que tange às recomendações para trabalhos futuros, à primeira sugestão seria considerar a aplicação de entrevistas para um trabalho mais aprofundado. Assim sendo, as discrepâncias apresentadas em alguns pontos dos questionários poderiam ser melhor

analisadas. Outra sugestão seria aplicar um estudo detalhado para os sistemas embarcados que apresentaram baixo índice de MTBM, ou seja, no sentido de identificar a classe de falhas de cada sistema.

Enfim, vale ressaltar a grande importância desse trabalho para os sujeitos envolvidos: a empresa pesquisada, o pesquisador e o ambiente acadêmico. Para a empresa pesquisada, por evidenciar as influências da utilização do sistema sob a ótica dos clientes. Para o pesquisador, pela evolução de conhecimentos atingida por meio da pesquisa. E, para o ambiente acadêmico, poderá servir como fonte de pesquisa para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n. 129, p. 637-51, 2006. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/391/394>. Acesso em: 3 nov. 2019.
- AMARAL, A. J. R.; LIMA FILHO, C. A. Índice de Geologia e Mineração – Conceito: Mineração. **Agência Nacional de Mineração – Pernambuco**, 2019? Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Geologia/Mineracao.php> . Acesso em: 30 out. 2019.
- AMARAL, M. **Modelos matemáticos e heurísticas para auxílio ao planejamento de operações de lavra em minas a céu aberto**. Orientador: Luiz Ricardo Pinto. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- BATISTA, E. O. **Sistemas de Informação**: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BERNARDES, M. Lavra: o que é, métodos utilizados e a regulamentação. *In*: **Minas Jr Consultoria Mineral**, 17 maio 2019. Disponível em: <https://www.minasjr.com.br/lavra-o-que-e-metodos-regulamentacao/>. Acesso em: 18 out. 2019.
- BRASIL. **Código de mineração e legislação correlata**. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2011. 112 p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/496300/000961769.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 – Equipamento de proteção individual – EPI**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2001. 8 p.. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf. Acesso em: 7 dez. 2019.
- CARRO, L.; WAGNER, F. R. Sistemas Computacionais Embarcados. *In*: **XXIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação. XXII Jornadas de Atualização em Informática (JAI)**, Campinas, UNICAMP, 2003. Disponível em: http://www.maxpezzin.com.br/aulas/6_EAC_Sistemas_Embarcados/8_SE_Visao_Sistematica.pdf. Acesso em: 7 dez. 2019.
- CASTELLS, M. **Sociedade em Rede**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CEARÁ. Secretaria da Educação. **Escola Estadual de Educação Profissional – EEEP, (Ensino Médio Integrado à Educação Profissional): Curso técnico em Mineração**. Ceará: Secretaria da Educação, 2007. Disponível em: https://educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/images/material_didatico/mineracao/mineracao_desmonte_e_estabilidade_de_rochas.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Companion Website, 2011.

CHASE, Ot. Sistemas embarcados. **SBAjovem** dez. 2007. Disponível em: <http://www.lyfreitas.com.br/ant/pdf/Embarcados.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

COSTA, Rafael Henrique Pereira. **ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE UM SOFTWARE DISPATCH NO SISTEMA DE TRANSPORTE DE UMA MINERADORA**. 2011. 74 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia Nucletrans – Núcleo de Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

CÔRTEZ, P. L. **Administração de sistemas de informação**. São Paulo: Saraiva, 2008.

CURI, A. **Lavra de minas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

Curso de Mineração – Básico: Módulo II: Geologia de Mina e Operações de Lavra. **VALE**, 2017a. Disponível em: https://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2017/07/apo_cbm_modulo_2.pdf. Acesso em: 13 nov. 2019.

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S.. **THE SAGE HANDBOOK OF QUALITATIVE RESEARCH**. 3. ed. London: Sage Publications, 2005.

DINADRILL. **Perfuração de rochas**. Disponível em: <https://dinadrill.com.br/servicos/perfuracao-de-rochas>. Acesso em: 17 nov. 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2002. Apostila.

GERALDI, J. L. P. **O ABC das escavações de rochas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T (org.). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806>. Acesso em: 10 dez. 2019.

GESISKY, J. Temer destrava mineração, mas não deixa clara a proteção ao meio ambiente. **Portal Mato Grosso**, Cuiabá-MT, 26 jul. 2017. Disponível em: <http://www.portalmatogrosso.com.br/politica-gestao/temer-destrava-mineracao-mas-nao-deixa-clara-a-protecao-ao-meio-ambiente/35667>. Acesso em: 10 nov. 2019

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIMENEZ, S. P. **Microcontroladores 8051**: Teoria do hardware e do Software/ Aplicações em controle digital/ Laboratório e Simulação. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

GOLDENBERG, M. **A arte de Pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

INSTALE TECNOLOGIA (Araxá-Mg). **Ciclo de Vida**. Disponível em: <http://ciclovida.azurewebsites.net/Acesso>. Acesso em: 10 set. 2020.

INSTALE TECNOLOGIA (Araxá-MG). Documentos Internos. 2019.

INSTALE TECNOLOGIA (Araxá-MG). **EASYMINE®**. Disponível em: <https://www.instaletecnologia.com.br/easymine>. Acesso em: 15 nov. 2019.

IRAMINA, W. S. **PMI-3101 Introdução à Engenharia Aplicada à Indústria Mineral**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/296297/mod_resource/content/1/Aula%204.pdf. Acesso em: 10 dez. 2019.

JANNUZZI, C. A. S. C.; FALSARELLA, O. M.; SUGAHARA, C. R. Sistema de informação: um entendimento conceitual para a sua aplicação nas organizações empresariais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 4, p. 94-117, dez. 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/37298>. Acesso em: 15 dez. 2019.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrobras, 2009.

KOPPE, J. C.; COSTA, J. F. C. L. C. Operações de lavra em pedreiras. *In*: LUZ, A. B.; ALMEIDA, S. L. M. (org.). **Manual de Agregados para Construção Civil**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. p. 125-145. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2050>. Acesso em: 20 nov. 2019.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e Internet: uma abordagem top-down**. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

LACERDA, D. O. T.; ARAÚJO NETO, C. B.; SILVA, R. A. P. Critérios de seleção e principais equipamentos utilizados na lavra a céu aberto. **Revista Pensar Engenharia**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, jul. 2016. Disponível em: <http://revistapensar.com.br/engenharia/artigo/no=a179.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

MAHMOOD, M. A.; SOON, S. K. A comprehensive model for measuring the potencial impact of information tecnologia on organization strategic variables. **Decision Sciences**, v. 22, n. 4, p. 869-897, 1991.

CNM. **Exploração mineral**: comissão mista que trata de mudanças na lei recebe representante do MME. 20 set. 2017. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/exploracao-mineral-comissao-mista-que-trata-de-mudancas-na-lei-recebe-representante-do-mme>. Acesso em: 30 set. 2020.

MARCONI, M, A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MIRANDA, R. E. S. **Impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados na produção de papel e celulose**. Orientador: Carlos Domingos da Silva. 2008. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

NOTÍCIAS DE MINERAÇÃO BRASIL (Minas Gerais). **Fiscais do DNPM vistoriam barragem da Congonhas Minérios**, 29 ago. 2017. Disponível em: <https://www.noticiasdemineracao.com/seguran%C3%A7a/news/1144974/fiscais-dnpm-vistoriam-barragem-da-congonhas-minerios>. Acesso em: 15 set. 2019.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. São Paulo: Saraiva, 2004.

OLIVEIRA, André Schneider de; ANDRADE, Fernando Souza de. **Sistemas Embarcados: hardware e firmware na prática**. São Paulo: Érica, 2006.

PEREIRA, L. A. M. *et al.* Software embarcado, o crescimento e as novas tendências deste mercado. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, Londrina, v. 6, n. 6, p. 85-94, 2011. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/rcext/article/view/2308>. Acesso em: 13 nov. 2019.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

PERINI, L. C. **Administração de Sistemas de Informação: processos gerenciais**. 1 .ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. v. 1. 184 p.

PINTO, S. L. A.; SOUZA, L. C. Tecnologia e trabalho na era da informação. **Scientia Iuris**, Londrina, v. 21, n. 3, p. 99-124, nov. 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/iuris/article/viewFile/28248/22326>. Acesso em: 10 out. 2019.

Qual a importância da mineração para a economia do país? **VALE**, 17 jul. 2017b. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia-do-pais.aspx>. Acesso em: 18 out. 2019.

RAMÍREZ, F. R. P. **Reduccion de costos en perforacion y voladura**. Lima, Perú, 29 set. 2009. . Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/140215217/Reduccion-de-Costos-en-Perforacion-y-Voladura>. Acesso em: 30 out. 2019.

ROCHA, L. G. M.; CHAVES, S. M. F.; SANTOS, R. C. P. Estudo da influência do carregamento e transporte através do dimensionamento de frota. **Revista Pensar Engenharia**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, jul. 2016. Disponível em http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a181.pdf. Acesso em: 3 nov. 2019.

ROSÁRIO, J. M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.

SACCOL, Amarolinda Zanela; MACADAR, Marie Anne; PADRON, Cristiane Drebes; LIBERALI NETO, Guilherme; CAZELLA, Silvio César. Sistemas ERP e seu Impacto sobre Variáveis Estratégicas de Grandes Empresas no Brasil. In: DESOUZA, Cesar Alexandre; SACCOL, Amarolinda Zanela. **Sistemas ERP no Brasil (Enterprise Resource Planning): teorias e casos**. São Paulo: Atlas, 2010. p. 192-210.

SANTOS, V. A. **Manual prático da manutenção industrial**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 2013.

SILVA, F. V. R.; PERES FILHO, G. F. **Apostila de sistemas embarcados 1**. Uberlândia: FEELT-UFU, 2011.

SOEIRO, M. V. A.; OLIVIO, A.; LUCATO, A. V. R. **Gestão da Manutenção**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017. 200 p.

TOSSI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L.. **Sistemas Digitais: princípios e aplicações**. 10. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

TOSSI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.. **Sistemas Digitais: princípios e aplicações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

VERGARA, S. C. **Métodos de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

VINCE (Brasil). **OEE Classe Mundial: seu equipamento tem oee classe mundial?. Seu equipamento tem OEE Classe Mundial?**. 2018. Disponível em: <https://www.oee.com.br/oe-classe-mundial/>. Acesso em: 15 nov. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIOS DA PESQUISA

Prezado(a) Respondente,

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine* sob a ótica dos usuários da região de Araxá-MG”, elaborada pelo pesquisador Matheus Eugenio Alves, sob a orientação do Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida. A presente pesquisa tem como objetivo principal analisar os impactos da utilização do sistema embarcado *Easymine*, fornecido pela empresa Instale Tecnologia Ltda., sob a ótica dos usuários finais (clientes). O seguinte estudo garante a confidencialidade das respostas e das informações, não sendo necessária a identificação daquele que responde. Assim sendo, para realizarmos essa investigação, contamos com a sua colaboração.

Módulo Embarcado:

1. O sistema apresenta interface amigável e favorece pleno domínio ao usuário.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

2. As aplicações e as telas do sistema *Easymine* apresentam alto nível de velocidade de processamento.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

3. A tela de confirmação de atividade, também denominada frente de trabalho, fornece as informações necessárias para o início da execução das atividades.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

4. O campo de operação, no qual são apontadas, em tempo real, as ocorrências (por exemplo: carregamento, basculamento, perfuração, desmonte, detonação e irrigação de vias) e as eventuais paradas e manutenções, atende às necessidades durante a operação.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

5. A interface de *checklist* é prática e eficiente.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

6. O sistema torna a operação mais dinâmica.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

7. O sistema *Easymine* traz benefícios em relação à execução das tarefas diárias se comparado aos métodos convencionais (papéis e pranchetas).

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

8. A partir da utilização do sistema, percebeu-se melhoras no desempenho dos serviços.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

9. (Opcional) Caso queira, deixe suas considerações sobre o tema, ou e suas observações sobre algum tópico não abordado no trabalho.

Módulo Gerencial:

Com objetivo de avaliar os impactos de um sistema embarcado específico aplicado na mineração, foi necessário analisar o sistema de despacho como um todo, tanto a parte gerencial quanto a embarcada, e neste questionário será abordado assuntos sobre o sistema gerencial.

1) O sistema *Easymine* é eficiente no acompanhamento (localização e rastro) dos equipamentos em tempo real (geoprocessamento).

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

2) O sistema *Easymine* permite a avaliação, em tempo real, das ocorrências (carregamento, deslocamento, operando vazio, operando cheio, entre outras) durante a operação.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

3) O sistema *Easymine* possibilita que a empresa tenha condições de disponibilizar informações em tempo real, por meio de indicadores de produtividade, de disponibilidade e de utilização de equipamentos de produção e apoio.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

4) O sistema *Easymine* permite, através da tela de despacho e das ferramentas de medições de ciclo, adotar trajetos para a otimização do transporte e da produtividade.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

5) O sistema *Easymine* fornece informações essenciais, como monitoramento de velocidade e de proximidade dos equipamentos, ao setor de segurança da mina ou aos setores industriais.

- Concordo totalmente.

- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

6) O sistema *Easymine* auxilia na detecção e no controle de infrações no trânsito interno.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

7) O sistema *Easymine* disponibiliza, por meio do apontamento de produção, todas as viagens e os transportes, com o intuito de acompanhar o previsto e o realizado em metas.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

8) O sistema *Easymine* auxilia a empresa na análise de perdas de produção, de cumprimento de metas e de fechamento de produção.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

9) Os relatórios do sistema *Easymine* permitem análises dos diferentes níveis da empresa, tais como: operacional, tático e estratégico.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

10) Os relatórios do sistema *Easymine* permitem visualizar o planejado e o realizado.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

11) Os relatórios, BI (business intelligence) e indicadores do sistema *Easymine* fornecem as informações necessárias para a tomada de decisão rápida.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

12) O *Easybi* do sistema *Easymine*, permite ao usuário editar a forma de visualizar os dados, tornando as informações úteis para o apoio de decisão.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Não sei dizer.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

13) (Opcional) Caso queira, deixe suas considerações sobre o tema, ou e ressalvas sobre algum tópico não abordado no trabalho.