

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA E BIOFÍSICA DA UFMG
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

NAIRA CENACHI COELHO

INOVAÇÃO DE PROCESSO NO SETOR FERROVIÁRIO:
O CASO DA MRS LOGÍSTICA

Belo Horizonte

2017

Naira Cenachi Coelho

**INOVAÇÃO DE PROCESSO NO SETOR FERROVIÁRIO:
O caso da MRS Logística**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual.

Área de concentração: Gestão da Inovação e Empreendedorismo

Orientador: Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa

Belo Horizonte

2017



ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 059 DE NAIRA CENACHI COELHO

Às 14:30 horas do dia 06 de julho de 2017, na Sala 171, bloco D, 3º andar, do Departamento de Fisiologia e Biofísica, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, realizou-se a sessão pública para a defesa da Dissertação de NAIRA CENACHI COELHO. A presidência da sessão coube ao Prof. Dr. FRANCISCO VIDAL BARBOSA, da Faculdade de Ciências Econômicas, UFMG, orientador. Inicialmente o presidente fez a apresentação da Comissão Examinadora assim constituída: PROF. DR. ANTÔNIO DIAS PEREIRA FILHO, FACE, UFMG; PROF. DR. VICTOR NATANAEL SCHWETTER SILVEIRA, FACE, UFMG; PROFA. DRA. IZABEL CRISTINA DA SILVA REIS, CENTRO UNIVERSITÁRIO NEWTON PAIVA E PROF. DR. FRANCISCO VIDAL BARBOSA, FACE, UFMG, ORIENTADOR. Em seguida, a candidata fez a apresentação do trabalho que constitui sua Dissertação de Mestrado, intitulada “INOVAÇÃO DE PROCESSO NO SETOR FERROVIÁRIO: O CASO DA MRS LOGÍSTICA”. Seguiu-se a arguição pelos examinadores logo após, a Comissão reuniu-se, sem a presença da candidata e do público e decidiu considerar aprovada a Dissertação de Mestrado. O resultado final foi comunicado publicamente a candidata pelo presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, depois de lida, se aprovada, será assinada pela Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 06 de julho de 2017.

Assinatura dos membros da banca examinadora:

Francisco Vidal Barbosa

Izabel Cristina S. Reis

Victor Natanael Schwetter Silveira

Antonio Dias Pereira Filho

“INOVAÇÃO DE PROCESSO NO SETOR FERROVIÁRIO: O CASO DA MRS LOGÍSTICA”.

NAIRA CENACHI COELHO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 06 de julho de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:



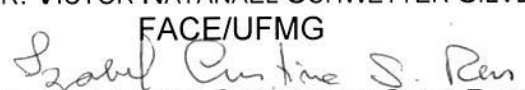
PROF. DR. FRANCISCO VIDAL BARBOSA
FACE/UFMG – ORIENTADOR



PROF. DR. ANTÔNIO DIAS PEREIRA FILHO
FACE/UFMG



PROF. DR. VICTOR NATANAEL SCHWETTER SILVEIRA
FACE/UFMG



PROFA. DRA. IZABEL CRISTINA DA SILVA REIS
CENTRO UNIVERSITÁRIO NEWTON PAIVA

Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Belo Horizonte, 06 de julho de 2017.

AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA

Belo Horizonte, 08 de Junho de 2017

O setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas da empresa MRS Logística, CNPJ 01.417.222/0003-39, pelo presente instrumento, autoriza a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, a publicar, em sua biblioteca, a dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual, resultado do trabalho executado no setor em questão pela acadêmica Naira Cenachi Coelho.



Fernando Cesar Paim

Fernando Cesar Paim
Gerente de Locomotivas
Matrícula: 30016371-1
MRS Logística S/A

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir mais essa conquista.

Aos meus familiares, que sempre apoiaram as minhas decisões, o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa, pelo incentivo para cursar o mestrado e pelo suporte e colaboração ao longo desses dois anos de pós-graduação.

Aos professores do Mestrado Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual, com os quais aprendi muito e desenvolvi um enorme interesse pela área.

Ao meu gestor, Fernando César Paim, pelo apoio ao meu desenvolvimento profissional, pela liberdade para cursar a pós-graduação e desenvolver o projeto internamente.

Aos gestores do Setor de Recuperação de Componentes Elétricos e da Célula de Bateria, Lucas Michelini e Nésio Santana, por autorizarem e acompanharem as minhas intervenções na área para o desenvolvimento do projeto.

Aos meus colegas da MRS Logística, principalmente à equipe da célula de bateria, que me auxiliaram e me ensinaram muito durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos, colegas de trabalho e do mestrado, que de alguma maneira contribuíram para mais essa conquista.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar oportunidades de melhoria no processo de preenchimento e visualização dos dados técnicos obtidos durante a recuperação de componentes de locomotivas da MRS Logística. Para tal, foi identificada uma célula piloto, cujo processo foi mapeado, e foram realizadas análises dos desperdícios. A partir destes estudos, buscou-se identificar uma solução que reduzisse ou eliminasse tais atividades que não agregam valor. Por fim, após estruturar uma proposta de redesenho de processo, que se tornou possível através da utilização da *e-maintenance* para otimizar as tarefas mapeadas, foram realizados testes para validar a eficácia da inovação sugerida e análise de viabilidade financeira.

Palavras-chave: Inovação de processo, Inovação tecnológica, Inovação incremental, Redução de desperdícios, Eliminação de desperdícios, Mapeamento do fluxo de valor, *E-maintenance*.

ABSTRACT

This paper aims to identify opportunities for improvement in the process of filling and accessing maintenance data during repairs of locomotive components in the maintenance workshop of MRS Logística. Therefore, this study mapped a specific process and then analyzed the wastes. Those analyses helped identifying a solution to reduce or eliminate non-valued activities. After redesigning the process, an e-maintenance innovation was suggested in order to optimize the mapped tasks. Finally, practical tests and a financial viability study were made in order to validate the innovation and its efficiency.

Key-words: Process innovation, Technological innovation, Incremental innovation, Waste reduction, Waste elimination, Value Stream Mapping, E-maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As dimensões da inovação	8
Figura 2: Definição de processo	14
Figura 3: Exemplo de Mapa de Processo	15
Figura 4: Mapa do Fluxo de Valor	16
Figura 5: Exemplo de Fluxo de Caixa – Título do Tesouro Direto (NTN-B).....	25
Figura 6: Escala da matriz de decisão	32
Figura 7: Cobertura da malha ferroviária sob a concessão da MRS Logística.....	38
Figura 8: Exemplos de baterias utilizadas em locomotivas.....	41
Figura 9: Mapa do Fluxo de Valor - Recuperação de bateria chumbo-ácida (parte 1)	56
Figura 10: Mapa do Fluxo de Valor - Recuperação de bateria chumbo-ácida (parte 2)	57
Figura 11: Processo de Utilização de <i>Checklist</i>	58
Figura 12: Exemplo de categorias de células do Excel	63
Figura 13: Exemplo de formatação condicional no Excel.....	64
Figura 14: Exemplo de campo selecionável no Excel.....	64
Figura 15: Opinião sobre o sistema de gestão de documentações atual.....	67
Figura 16: Itens a melhorar no atual sistema de gestão de documentações	68
Figura 17: Redesenho de Processo - Eliminação de atividades no processo de utilização de <i>checklist</i>	69
Figura 18: Redesenho de Processo - Novo processo de utilização de <i>checklist</i>	70
Figura 19: Tempo de Preenchimento - Escrita x Digitação	71
Figura 20: Curva de Aprendizagem.....	72
Figura 21: Opinião sobre a solução proposta	81
Figura 22: Utilização de dispositivos eletrônicos.....	82
Figura 23: Melhorias no processo	85
Figura 24: Resumo das melhorias no processo	85
Figura 25: Possíveis problemas do novo processo	86
Figura 26: Cálculo tempo total	108
Figura 27: Tempo carga inicial.....	111
Figura 28: Equalização	111
Figura 29: Equalização (sem ponto fora do padrão).....	111
Figura 30: Tempo de espera 1	112
Figura 31: Tempo de espera 1 (sem ponto fora do padrão).....	112

Figura 32: Padronização	112
Figura 33: Tempo de espera 2	112
Figura 34: Tempo de espera 2 (sem ponto fora do padrão).....	112
Figura 35: Descarga.....	112
Figura 36: Carga final.....	113
Figura 37: Carga final (sem ponto fora do padrão)	113
Figura 38: Tempo total	113
Figura 39: Tempo total (sem ponto fora do padrão).....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Média da quantidade de folhas impressas pelas áreas de manutenção.....	43
Tabela 2: Quantidade de folhas impressas pela área de Recuperação de Componentes de Locomotivas	43
Tabela 3: Quantidade de folhas impressas em 2016.....	44
Tabela 4: Matriz de Decisão – Área Crítica	45
Tabela 5: Matriz de Decisão – Célula Crítica	48
Tabela 6: Matriz de Decisão – Célula Crítica – Opinião 1.....	49
Tabela 7: Matriz de Decisão – Célula Crítica – Opinião 2.....	50
Tabela 8: Matriz de Decisão – Célula Crítica – Opinião 3.....	51
Tabela 9: Deslocamento para a atividade de imprimir <i>checklist</i>	71
Tabela 10: Cronoanálise - Preenchimento de <i>checklist</i> digital.....	72
Tabela 11: Valor consumido por impressões e por atividades de conferência, digitação e movimentação.....	73
Tabela 12: Orçamento de <i>tablet</i>	76
Tabela 13: Orçamento de acessórios de proteção para <i>tablet</i>	77
Tabela 14: Investimento em <i>tablets</i> x Célula – Componentes Elétricos	77
Tabela 15: Investimento em <i>tablets</i> x área	78
Tabela 16: Tempo necessário para adaptação dos <i>checklists</i> digitais – Componentes Elétricos	79
Tabela 17: Tempo necessário para adaptação dos <i>checklists</i> digitais – Componentes Mecânicos	80
Tabela 18: Retorno do Investimento - Célula de Recuperação de Bateria.....	91
Tabela 19: Retorno do Investimento - Área de Recuperação de Componentes Elétricos	92
Tabela 20: Retorno do Investimento - Área de Recuperação de Componentes Eletrônicos	92
Tabela 21: Retorno do Investimento - Área de Recuperação de Componentes Mecânicos	93
Tabela 22: Retorno do Investimento - Setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas	93
Tabela 23: Investimento x Economia	94
Tabela 24: Investimento em <i>tablets</i> x Funcionário – Componentes Elétricos	94
Tabela 25: Retorno do Investimento 2 – Área de Recuperação de Componentes Elétricos	95
Tabela 26: Retorno do Investimento 2 - Setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas	95

Tabela 27: Investimento 2 x Economia	96
Tabela 28: Tempo de recuperação de bateria por etapa	109
Tabela 29: Análise estatística - Tempos de recuperação de bateria chumbo-ácida.....	110
Tabela 30: Comparação de valores.....	111
Tabela 31: Cálculo do tamanho da amostra para 95% de grau de confiança	114
Tabela 32: Cronoanálise - Recebimento de bateria chumbo-ácida	115
Tabela 33: Análise estatística - Tempos de recebimento de bateria chumbo-ácida	116
Tabela 34: Cronoanálise - Limpeza da bateria chumbo-ácida	116
Tabela 35: Análise estatística - Tempos de limpeza da bateria chumbo-ácida	117
Tabela 36: Cronoanálise - Inspeção final de bateria chumbo-ácida.....	117
Tabela 37: Análise estatística - Tempos de inspeção final de bateria chumbo-ácida.....	118
Tabela 38: Cronoanálise - Pintura de bateria chumbo-ácida.....	119
Tabela 39: Análise estatística - Tempos de pintura de bateria chumbo-ácida.....	119
Tabela 40: Cronoanálise - Embalagem de bateria chumbo-ácida	120
Tabela 41: Análise estatística - Tempos de embalagem de bateria chumbo-ácida	120
Tabela 42: Cronoanálise - Processo de escrita de dados	122
Tabela 43: Cronoanálise - Processo de digitação de dados.....	122
Tabela 44: Tempo de preenchimento checklist impresso x digital	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo dos autores pesquisados - Inovação.....	11
Quadro 2: Resumo dos autores pesquisados - STP	13
Quadro 3: Resumo dos autores pesquisados - Mapeamento de processos	17
Quadro 4: Resumo das configurações organizacionais	18
Quadro 5: Resumo dos autores pesquisados - Configurações organizacionais.....	19
Quadro 6: Resumo dos autores pesquisados - Confiabilidade	20
Quadro 7: Resumo dos autores pesquisados - Rastreabilidade	21
Quadro 8: Resumo dos autores pesquisados - <i>E-maintenance</i>	23
Quadro 9: Estatística - Definição de medidas de posição e de dispersão.....	24
Quadro 10: Precisão do experimento de acordo com os valores do Coeficiente de Variação .	24
Quadro 11: Resumo dos autores pesquisados - Estatística.....	25
Quadro 12: Resumo dos autores pesquisados - Análise de viabilidade econômica de projetos	27
Quadro 13: Resumo dos autores pesquisados - Metodologia.....	29
Quadro 14: Cronograma da pesquisa	30
Quadro 15: Relação de empregados que pontuaram a matriz de decisão	32
Quadro 16: Relação de empregados que participaram dos testes.....	34
Quadro 17: Relação de empregados que responderam as entrevistas	35
Quadro 18: Relação de empregados que responderam as entrevistas	37
Quadro 19: Dados para construir o VSM	52
Quadro 20: Símbolos para construir o VSM	53
Quadro 21: Análise estatística dos formulários.....	54
Quadro 22: Desperdícios e soluções para reduzi-los.....	62
Quadro 23: Formatação utilizada por campo do formulário	64
Quadro 24: Divergências identificadas no <i>checklist</i> digital	65
Quadro 25: Melhorias identificadas no <i>checklist</i> digital	65
Quadro 26: Fórmulas em Excel para análise de viabilidade econômica de projetos	90
Quadro 27: Resultados alcançados	98
Quadro 28: Parâmetros para o cálculo do tamanho da amostra	114

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ATV	Atividade
CL	Checklist
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CT	Cycle time
CV	Coeficiente de Variação
DT	Documentation time
EBTIDA	Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization
FCA	Fluxo de Caixa Livre
FCL	Fluxo de Caixa Acumulado
HH	Homem-hora
I	Inventory
IR	Imposto de Renda
LAIR	Lucro antes do Imposto de Renda
MBR	Minerações Brasileiras Reunidas
MOV	Movimentação
POP	Procedimento Operacional Padrão
STP	Sistema Toyota de Produção
T	Tempo
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TIR	Taxa Interna de Retorno
UP	Up time
VPL	Valor Presente Líquido
VSM	Value Stream Mapping
WT	Waiting time
Y	Yield

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Problematização	2
1.3	Objetivos	4
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	4
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	4
1.4	Justificativa e relevância do trabalho	4
1.5	Estrutura do trabalho.....	5
2	REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1	Inovação	6
2.2	Sistema Toyota de Produção.....	11
2.3	Mapeamento e redesenho de processos.....	13
2.4	Configurações organizacionais	17
2.5	Confiabilidade	19
2.6	Rastreabilidade	20
2.7	<i>E-maintenance: Manutenção e a Tecnologia da Informação e Comunicação....</i>	21
2.8	Estatística.....	23
2.9	Análise de viabilidade econômica de projetos.....	25
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	Classificação da pesquisa	28
3.2	Etapas da pesquisa.....	30
3.2.1	<i>Identificação do problema</i>	30
3.2.2	<i>Mapeamento da documentação técnica.....</i>	30
3.2.3	<i>Definição da unidade de análise</i>	31
3.2.4	<i>Mapeamento do processo</i>	33
3.2.5	<i>Redesenho do processo</i>	33
3.2.6	<i>Teste da solução proposta</i>	33
3.2.7	<i>Entrevistas</i>	34
3.2.8	<i>Análise da viabilidade financeira</i>	35
3.3	Tratamento dos dados	36

4	A EMPRESA: MRS LOGÍSTICA	38
4.1	História e atuação	38
4.2	Missão	39
4.3	Visão	39
4.4	Valores	39
4.5	Estrutura organizacional	39
4.6	O Setor de Recuperação de Componentes Elétricos.....	40
4.7	A célula de recuperação de bateria	40
5	ESTUDO DE CASO	43
5.1	Processo de registro da manutenção	43
5.2	Definições do projeto piloto	44
5.2.1	<i>Definição da área crítica</i>	45
5.2.2	<i>Definição da célula crítica.....</i>	46
5.3	Mapeamento do processo	52
5.4	Identificação de desperdícios	59
5.5	Solução identificada	61
6	TESTES REALIZADOS	63
6.1	Adaptação do formulário físico para o digital	63
6.2	Pré-teste: verificação das funções do <i>checklist</i> digital	64
6.3	Teste Inicial: apresentação do <i>checklist</i> digital	65
6.4	Teste Final: simulação do preenchimento do <i>checklist</i> digital.....	66
7	ANÁLISE DE DADOS	67
7.1	Redesenho do processo	67
7.2	Economia gerada.....	72
7.2.1	<i>Impressão</i>	73
7.2.2	<i>Homem-hora para conferência e digitação</i>	74
7.2.3	<i>Homem-hora para deslocamento.....</i>	75
7.3	Investimentos necessários para a implementação do <i>checklist</i> digital	76
7.4	Adaptação dos formulários para o meio digital	78
7.5	Validação do <i>checklist</i> digital pelos envolvidos com o processo	80
7.6	Mapeamento dos possíveis problemas de implementação	86
7.7	Retorno do investimento	89

8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
8.1	Conclusões	97
8.2	Sugestões e contribuições	99
8.3	Limitações.....	99
8.4	Projetos futuros.....	100
	REFERÊNCIAS.....	102
	APÊNDICE I – Verificação de <i>checklist</i>	108
	APÊNDICE II – Cronoanálise.....	114
	APÊNDICE III – Preenchimento <i>Checklist</i> Impresso x Digital	121
	APÊNDICE IV – Entrevistas.....	124

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A MRS Logística é uma empresa brasileira que possui a concessão de trechos da malha ferroviária localizadas nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Para atender ao seu principal propósito, o de realizar o transporte de cargas através da ferrovia com sustentabilidade e segurança operacional, a organização possui uma frota de locomotivas e vagões que precisam estar em condições adequadas para trafegar nas linhas férreas.

Visando garantir esse requisito, a companhia possui setores responsáveis pela manutenção desses ativos e dos respectivos componentes. O setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas, por exemplo, é responsável tanto pela manutenção pesada de locomotivas, como pela recuperação dos componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos.

Para garantir a qualidade dos processos dessa área, essas especialidades são separadas em áreas, como a de Recuperação de Componentes Elétricos, que possui dentro do seu portfólio de manutenção 160 itens. Essa diversidade de componentes também resulta em uma variedade de processos, logo, com o intuito de organizar a área, a mesma é segregada em células, as quais possuem atividades específicas que englobam determinados itens. Um exemplo é a célula de recuperação de bateria, a unidade de análise deste estudo, que possui empregados treinados para todas as etapas que envolvem o processo de manutenção de um único componente: a bateria chumbo-ácida.

Com o objetivo de assegurar que a manutenção ocorra conforme o melhor processo conhecido até o momento, os mesmos são descritos por meio de um Procedimento Operacional Padrão (POP), um documento com o detalhamento das etapas do trabalho (BALDAM; VALLE; ROZENFELD, 2014) e que deverá estar sempre disponível para consulta durante a realização das tarefas. Para garantir a execução de todos os passos e o registro de testes e medições importantes, existem formulários que são preenchidos manualmente e no momento em que a tarefa ocorre. É importante que esses documentos sejam disponibilizados sempre na versão mais atual, para garantir a confiabilidade e a qualidade da atividade.

Os procedimentos são impressos em menor quantidade e é realizado um controle de onde estão localizados na oficina. Assim, quando passam por atualização, são imediatamente

substituídos na área. Já os formulários, que passam por revisões mais frequentes, são impressos apenas no momento em que serão utilizados, para evitar a existência de versões desatualizadas na área.

Todos esses documentos ficam disponíveis em um sistema online de Gestão de Documentação Técnica, que possui acesso restrito de visualização e impressão. Além de definir os empregados que poderão ver e imprimir os arquivos, o programa também restringe o acesso por meio de licenças, que devem ser adquiridas pela MRS Logística. Atualmente, a empresa possui uma quantidade de licenças menor do que o número de empregados que tem acesso ao sistema.

A documentação física, depois de preenchida, passa pelo processo de conferência dos dados e de digitação das informações em uma planilha eletrônica, para facilitar a rastreabilidade no caso de falhas. Vale ressaltar que nem todos os campos do formulário são transferidos para o meio digital, apenas os mais críticos.

Por fim, todos os *checklists* são armazenados na biblioteca da área, para serem acessados em auditorias ou quando ocorrer alguma falha no componente recuperado, que pode resultar na necessidade de analisar o formulário por completo.

É possível verificar nessa breve descrição que a MRS Logística ainda não aproveita o potencial da *e-maintenance*, ou seja, não utiliza a tecnologia da informação e comunicação (TIC) para facilitar e agilizar a coleta de dados técnicos nas áreas citadas. A *e-maintenance* permite uma maior integração e eficiência dos processos, benefícios que já foram identificados pelos setores que atuam com manutenção e, como resultado, tem gerado um aumento em sua utilização (MULLER; MARQUEZ; IUNG, 2008). Um exemplo de melhoria resultante da utilização da TIC é a redução no tempo necessário para os empregados terem acesso às informações e aos dados técnicos necessários para as atividades de manutenção (HOLMBERG et al., 2010).

1.2 Problemática

O serviço em tempo real de impressão de documentação técnica possui alguns requisitos, dentre eles a disponibilidade de um funcionário que tenha acesso à impressão e de licença do sistema utilizado para a gestão da documentação. Ou seja, caso um desses recursos esteja

indisponível, algo bem recorrente, a atividade de manutenção será paralisada, pois o processo não poderá continuar sem que os dados sejam devidamente registrados.

Em relação ao acesso à informação, o processo atual não ocorre em tempo real, pois depende da disponibilidade de um funcionário para realizar a digitação dos dados do formulário impresso para uma planilha eletrônica. Além disso, como essa atividade é manual, está sujeita a erros no momento da replicação das informações do meio físico para o digital.

Quando pensamos em erros, durante o próprio processo de preenchimento podem ocorrer falhas. Por esse motivo, toda a documentação passa por uma ou mais conferências, para evitar que os formulários apresentem dados inconsistentes ou até mesmo que não sigam as regras e limites pré-definidos.

Apesar de todo esse cuidado, o retrabalho é bem recorrente durante o processo. Muitos *checklists* apresentam rasuras, vários precisam ser reimpressos e preenchidos novamente e, ainda assim, auditorias realizadas na área identificam problemas e erros nos dados escritos e virtuais. Essas atividades não agregam valor ao serviço e/ou produto final, mas utilizam recursos da mesma maneira.

Por fim, é necessário um espaço físico para armazenamento de toda a documentação técnica por um período pré-determinado, que pode variar de acordo com o tempo de retorno dos componentes e/ou locomotivas para o processo de manutenção. Após esse prazo, e com o intuito de liberar espaço, as áreas se desfazem desses papeis, o que consome recurso tanto para a análise do que pode ser inutilizado, quanto para o próprio descarte.

Sendo assim, esta pesquisa tem como intuito responder a duas questões: “Como criar mecanismos para reduzir os erros de preenchimento de dados do processo de recuperação de componentes de locomotivas nos formulários?” e “Como agilizar o acesso aos documentos e aos dados do processo de recuperação de componentes de locomotivas?”.

Além disso, é importante ressaltar que o presente trabalho não tem como intuito implementar a melhoria proposta. A pesquisa em questão atua nas etapas anteriores, ou seja, de análise, desenvolvimento e teste, que servem de suporte para a empresa avaliar se a inovação entrará em sua última fase, a de execução.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo Geral*

Apresentar um mecanismo digital, inovador e já testado, para a coleta e visualização dos dados técnicos obtidos durante a recuperação de componentes de locomotivas da MRS Logística.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- i. Realizar o levantamento da documentação técnica utilizada no processo de recuperação de componentes de locomotivas;
- ii. Definir os requisitos do sistema para o preenchimento dos dados técnicos em meio virtual;
- iii. Desenvolver uma inovação incremental para a coleta e visualização dos dados técnicos;
- iv. Testar a inovação incremental desenvolvida;
- v. Validar a inovação incremental junto aos usuários e gestores.

1.4 Justificativa e relevância do trabalho

Para uma empresa se manter no mercado, ela precisa realizar as suas atividades de maneira eficiente e eficaz, sem reduzir a qualidade. O presente trabalho se enquadra nesse tópico, pois atua na redução de desperdícios, ou seja, busca reduzir, alterar ou eliminar atividades que utilizam recursos que não agregam valor ao produto final. Exemplificando, temos o retrabalho existente nas conferências múltiplas dos formulários e na reimpressão dos *checklists*, o tempo de espera para acesso ao documento em meio físico ou digital e o custo de todas essas atividades, além do valor gasto com impressões.

Espera-se que, ao final da testagem do sistema proposto, haja otimização da coleta e da rastreabilidade dos dados técnicos, redução da quantidade de documentação impressa, redução do retrabalho, redução de custos e maior sustentabilidade do processo.

1.5 Estrutura do trabalho

O Capítulo 1 do presente trabalho tem o intuito de apresentar a proposta de pesquisa, com uma breve contextualização do problema, a definição dos objetivos e da relevância do estudo. Em seguida, no Capítulo 2, para um melhor entendimento sobre os tópicos abordados durante o estudo de caso, é apresentado o referencial teórico, que aborda assuntos como inovação, Sistema Toyota de Produção, mapeamento e redesenho de processos, configurações organizacionais, confiabilidade, rastreabilidade, *e-maintenance*, análise estatística e de viabilidade de projetos.

O Capítulo 3 se destina a explicar a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho. O Capítulo 4 tem como objetivo apresentar a empresa onde o estudo foi realizado, a MRS Logística, assim como a área e o processo em que os testes aconteceram.

A partir do Capítulo 5 são detalhadas as etapas de desenvolvimento do trabalho, como a escolha da célula piloto, o mapeamento do processo, a identificação dos desperdícios e a escolha da solução mais apropriada para o problema identificado. Com essa definição, o Capítulo 6 se baseia na preparação e realização dos pré-testes e testes para validar a solução proposta.

Por fim, a análise dos dados coletados ao longo dos testes é descrita no Capítulo 7 e as conclusões e considerações finais do estudo de caso são detalhadas no Capítulo 8. Após a relação da bibliografia pesquisada ao longo do trabalho, estão disponíveis apêndices que ajudam a entender com maior detalhe algumas etapas e atividades realizadas, além das entrevistas realizadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inovação

O termo inovação tem sido utilizado com grande frequência nos dias atuais. Compreendemos que, para as empresas se manterem no mercado, precisam inovar, seja como resposta às mudanças externas ou uma ação preventiva para influenciar o ambiente (DAMANPOUR, 1996). Através de notícias e jornais, ficamos sabendo de marcas que foram pioneiras em determinado produto e alcançaram um grande reconhecimento. Existem pessoas que esperam ansiosamente por bens de consumo inovadores e pagam para tê-los em primeira mão.

Mas, afinal, o que é inovar? É a primeira tentativa de colocar em prática uma ideia (FAGERBERG, 2004), começando desde a sua geração e aceitação até a implementação (THOMPSON, 1965), sendo que esse primeiro momento, em que o pensamento ainda não foi transformado em ação, é denominado invenção (FAGERBERG, 2004). Além disso, não se trata de uma “atividade individual”, mas de um processo contínuo e complexo, com diversos participantes (TIDD; BESSANT, 2015).

Apesar de ser frequentemente relacionada a produtos com tecnologia de ponta, podemos considerar como inovação qualquer novo elemento inserido no processo (PALLONE, 2014). É a transformação de uma ideia em produto, serviço ou processo, novo ou melhorado, que agrega valor ao mercado (TERRA FORUM, 2015), ou seja, é “a exploração com sucesso de novas ideias” (INVENTTA, 2015).

A legislação brasileira (2004) define inovação como a

introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho.

A inovação, portanto, ocorre quando uma melhoria ou novidade é inserida no sistema, seja no processo, no produto, nos equipamentos utilizados para a fabricação ou nos procedimentos organizacionais (COZZENS; KAPLINSKY, 2009).

Sendo assim, é possível entender que uma empresa inova para melhorar ou alterar seu processo, produto ou até a maneira como os clientes percebem a marca. Além disso, essas mudanças podem “variar em escala, natureza, grau de novidade” (TIDD; BESSANT, 2015, p.

57) e o desenvolvimento pode utilizar baixa ou alta tecnologia. Entretanto, o objetivo principal é comum a todas as organizações: conquistar uma vantagem competitiva.

Sendo assim, quando a organização decide inovar, ela precisa definir onde irá agregar valor, ou seja, qual o tipo de inovação será. Schumpeter (1982) cita cinco possibilidades:

- i. Produto: introdução de um novo produto ou uma melhoria em algo já existente;
- ii. Processo: introdução de um novo método de produção;
- iii. Abertura de um novo mercado;
- iv. Nova fonte de matéria-prima ou de bens semimanufaturados;
- v. Mudança organizacional.

Tidd e Bessant (2015) utilizam as categorias dos “4Ps”:

- i. Produto: alteração no portfólio da empresa;
- ii. Processo: modificação dos processos de fabricação e entrega dos produtos ou serviços;
- iii. Posição: “mudanças no contexto em que produtos/serviços são introduzidos”;
- iv. Paradigma: modificação das diretrizes da organização.

O Manual de Oslo (2005) também descreve quatro tipos de inovação, sendo três deles semelhantes aos já mencionados e um diferente: de produto, de processo, organizacionais e de marketing. A última classificação se refere aos novos métodos de promover os produtos e serviços da empresa.

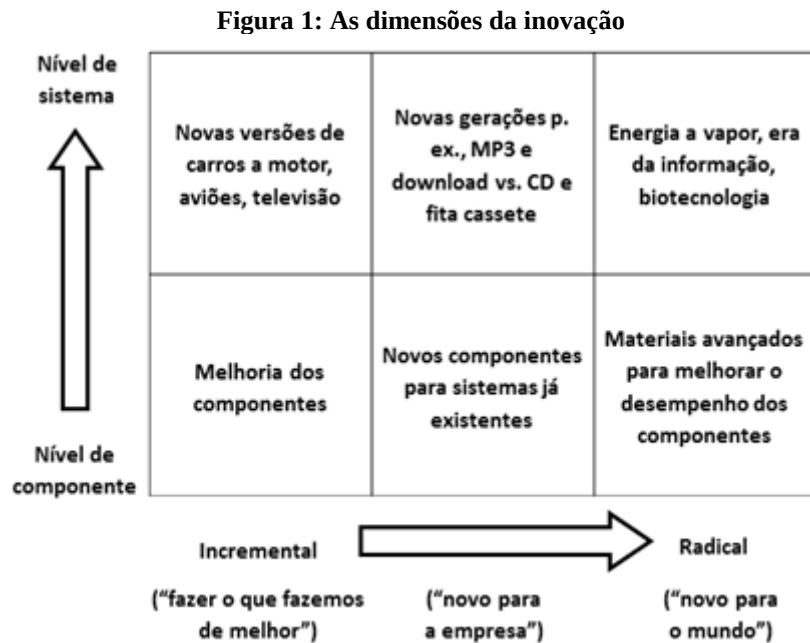
Atualmente empresas e consultorias que trabalham com inovação também defendem uma divisão semelhante, acrescentando ou excluindo opções dependendo do mercado em que atuam. A Inventta (2015, *on-line*), por exemplo, menciona a inovação em produto, em processo e de modelo de negócio. A terceira nomenclatura diz respeito à maneira “como o produto ou o serviço é oferecido ao mercado”, definição que se aproxima do conceito de inovação de posição fornecida por Tidd e Bessant (2015).

Além da classificação quanto ao tipo, também é importante entender o impacto da inovação, ou seja, se o processo é novo para a empresa, para o setor de atuação ou para a nação (NELSON; ROSENBERG, 1993). O Manual de Oslo (2005) propõe os seguintes graus:

- i. Novo para a empresa: quando já existe fora desse ambiente;

- ii. Novo para o mercado: quando a empresa é pioneira em relação aos seus concorrentes, ou seja, no espaço em que atua; e
- iii. Novo para o mundo ou inovação radical ou disruptiva: quando não existe nada semelhante e resulta em um grande impacto no mercado.

Seguindo o mesmo raciocínio, a Inventta (2015) considera a inovação incremental, que são as pequenas melhorias e que não resultam em uma modificação expressiva no produto, e a radical, conforme mencionado anteriormente, que altera completamente a maneira como ocorre o consumo do produto ou serviço. Tidd e Bessant (2015) apresentam esses conceitos em forma de uma matriz (Figura 1), o que permite visualizar com clareza as “dimensões da inovação”:



Fonte: Adaptado de Tidd e Bessant (2015, p. 41).

Os conceitos que envolvem inovação são amplos e abrangem vários campos. É possível citar a inovação aberta ou fechada, que diz respeito ao capital intelectual envolvido e às parcerias (SLUSZZ et al., 2013); existe também a inovação social, que envolve as relações e necessidades humanas (MACCALLUM et al., 2009); a tecnológica e a sustentável. Dentre esses exemplos, serão detalhados os dois últimos, pois estão relacionados ao trabalho em questão.

A inovação tecnológica está direcionada ao desenvolvimento tecnológico de novos produtos e de processos de produção (MANUAL DE OSLO, 2005). De acordo com a consultoria Terra Forum (2015, *on-line*):

Inovações tecnológicas compreendem a concepção de novos produtos ou processos de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou a um processo. Implica em melhorias e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando para a empresa, em uma maior competitividade no mercado.

Portanto, é possível definir inovação tecnológica como um tipo de inovação voltada para os produtos ou processos de produção de uma empresa, com o intuito de torná-la mais competitiva. Para isso, a organização busca modificações que resultam em redução de custo, aumento da produtividade, melhoria da confiabilidade dos processos e da qualidade do produto final.

Já o termo “inovação sustentável” ainda não possui uma definição exata na literatura existente, isso porque ambas as palavras (inovação e sustentabilidade) estão em constante discussão (HORBACH, 2005). Além disso, o “meio ambiente está em todo lugar”, ou seja, todos os tipos de atividades podem afetá-lo (KEMP; ARUNDEL, 1998, p. 1).

Para Weber e Hemmelskamp (2005), por exemplo, esse tipo de inovação envolve recursos, materiais e práticas sociais que geram impacto na qualidade ou quantidade dos recursos naturais utilizados. Kemp e Arundel (1998, p. 1) utilizam o conceito de “criação ou melhoria de processos, técnicas, sistemas e produtos, de maneira a evitar ou reduzir o dano ambiental”. Esses autores também segregam a inovação tecnológica sustentável de acordo com o motivo ou com o objetivo do desenvolvimento. No primeiro tipo, a novidade se direciona para a redução dos impactos ambientais, enquanto no segundo o efeito positivo no meio ambiente é uma consequência de uma solução para um problema que, originalmente, não estava relacionado à sustentabilidade.

De maneira semelhante, a consultoria Arthur D. Little (2005) define inovação sustentável como a criação de um novo mercado, produto, serviço ou processo, direcionado para problemas sociais, ambientais ou de sustentabilidade. Segundo pesquisa realizada pela consultoria, esse tipo de inovação está começando a oferecer valor ao negócio, mas seus benefícios ainda são intangíveis, além de existirem muitas barreiras em relação ao seu desenvolvimento.

É possível perceber que as definições de inovação sustentável são abrangentes, mas estão sempre ligadas ao desenvolvimento sustentável, seja ele voltado para o meio ambiente ou para a sociedade. Apesar de ainda existirem entraves, principalmente econômicos, esse direcionamento tem ganhado bastante visibilidade e tem recebido uma parcela dos investimentos das empresas.

É importante ressaltar que uma inovação não precisa ser exclusivamente social, tecnológica ou sustentável. Esses conceitos podem se fundir dependendo do produto ou serviço que está sendo criado ou melhorado, ou seja, a inovação pode apresentar um enorme desenvolvimento tecnológico voltado para a sustentabilidade. Um exemplo claro seria o carro elétrico, que apresenta uma grande evolução no sistema de propulsão do automóvel e que utiliza um tipo de energia que não emite poluentes no meio ambiente, podendo ser classificada como “inovação tecnológica sustentável” (KEMP; ARUNDEL, 1998, p. 2).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 1.

Quadro 1: Resumo dos autores pesquisados - Inovação

Autores	Assunto	Fonte
Consultoria Arthur D. Little	Definição de inovação sustentável.	Innovation High Ground Report: How Leading Companies are Using Sustainability-Driven Innovation to Win Tomorrow's Customers.
Cozzens, Susan; Kaplinsky, Raphael	Definição de inovação.	Innovation, poverty and inequality: cause, coincidence, or co-evolution?. In: LUNDVALL, B. et al. Handbook of innovation system and developing countries. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2009. cap. 3. p 58
Damanpour, Fariborz	Motivos pelos quais as empresas inovam.	Organizational complexity and innovation: developing and testing multiple contingency models. Management Science, v. 42, n. 5, maio 1996, p. 693-716.
Fagerberg, Jan	Definições de invenção e inovação.	Innovation: A Guide to the Literature. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R. The Oxford Handbook of Innovation. New York: Oxford University Press, 2004. cap. 1.
Horbach, Jens	Definição de inovação sustentável.	Indicator System for Sustainable Innovation.
Inventta	Definição de inovação, dos tipos de inovação e impactos.	A inovação: definição, conceitos e exemplos.
Kemp, Rene; Arundel, Anthony	Definição de inovação sustentável.	Survey indicators for environmental innovation. IDEA Paper Series, n. 8. Holanda: STEP Group, 1998.
MacCallum, Diana et al.	Definição de inovação social.	Social Innovation and Territorial Development. Inglaterra: Ashgate Publishing, 2009.
Organização para cooperação e desenvolvimento econômico	Tipos de inovação e impactos.	Manual de Oslo, 2005.
Pallone, Simone	Definição de inovação.	Inovação em serviço. Revista Eletrônica de P,D&I, 30 set. 2014.
Schumpeter, Joseph	Tipos de inovação.	Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1997.
Sluszz, Thaisy et al.	Definição de inovação aberta.	O modelo de Inovação Aberta no Apoio ao Desenvolvimento Regional. Desenvolvimento em Questão, ano 11, n. 24, set./dez. 2013, p. 141-168.
Terra Forum	Definição de inovação e de inovação tecnológica.	Inovação de A a Z.
Tidd, Joe; Bessant, John	Definições de inovação e tipos de inovações.	Gestão da Inovação. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
Thompson, Victor	Definição de inovação.	Bureaucracy and innovation. Administrative Science Quarterly, v. 10, jun. 1965. p. 1-20.
Weber, Matthias; Hemmelskamp, Jens	Definição de inovação sustentável	Environmental Innovation Systems. Heidelberg: Springer, 2005. p. 238-250.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 Sistema Toyota de Produção

De acordo com Taiichi Ohno (1988) o Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu das restrições do mercado japonês, no qual era necessário produzir pequenas quantidades de uma

grande variedade e em um período de baixa demanda. Além disso, era necessário se manter competitivo, principalmente em relação à produção em massa existente na Europa e nos Estados Unidos.

Esse sistema é resultado de inovações sucessivas e assimilação de métodos e conceitos de outras áreas (CORIAT, 2000) e, assim como a definição de inovação para Fagerberg (2004), é consequência de um processo longo e contínuo.

Sendo assim, o principal objetivo de Ohno (1988) e do STP era aumentar a eficiência da produção através da constante eliminação de desperdícios, que são aquelas atividades que não agregam valor ao produto final e que podem ser eliminadas sem impactar negativamente a qualidade do processo ou a quantidade de itens produzidos (BERTI, 2006). Essa relação é possível, pois a capacidade de produção é um resultado da somatória do trabalho real e do desperdício.

O Sistema Toyota de Produção considera os seguintes desperdícios:

- i. Superprodução: produzir antes ou em quantidade superior ao necessário;
- ii. Tempo de espera: tempo aguardando insumos, manutenção, entre outros;
- iii. Transporte: movimentação desnecessária de materiais e informações (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2016). Pode ser resultado de um layout pouco eficiente;
- iv. Processo: processamento superior ou inferior ao exigido e atividades que não agregam valor ou que podem ser eliminadas sem prejudicar a qualidade e o resultado final. Exemplo: a exigência de determinado produto é de ter até 5 cm de diâmetro e se gasta tempo para chegar a 1 cm, quando 5 cm são suficientes (ART OF LEAN, 2016);
- v. Estoque: resultado da superprodução ou de um tempo de produção que não atende à demanda, sendo necessário manter estoques para atender ao cliente.
- vi. Movimento: ações desnecessárias por parte do trabalhador (exemplo: deslocamento para buscar *checklist* ou para procurar uma ferramenta).
- vii. Defeitos: qualidade ruim, sendo necessário refazer parte das tarefas ou a atividade completa. Na pior das hipóteses, o produto poderá ser descartado, resultando não só no desperdício da hora trabalhada como dos materiais utilizados.

- viii. Talento humano: recursos humanos e ideias não utilizadas. Exemplo: não envolver os trabalhadores na solução de problemas da própria área (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2016).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 2.

Quadro 2: Resumo dos autores pesquisados - STP

Autores	Assunto	Fonte
Art of Lean	Detalhamento dos desperdícios do STP.	Toyota Production System Basic Handbook.
Berti, Anélio	Conceito de desperdício.	Contabilidade e análise de custo. Curitiba: Juruá, 2006. p. 22.
Coriat, Benjamin	Origem e conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP).	Pensar al revés: Trabajo y organización en la empresa japonesa. 5. ed. México: Siglo Veintiuno, 2000.
Fagerberg, Jan	Definição de inovação.	Innovation: A Guide to the Literature. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R. The Oxford Handbook of Innovation. New York: Oxford University Press, 2004. cap. 1.
Lean Institute Brasil	Detalhamento dos desperdícios do STP.	Onde está o desperdício?
Ohno, Taiichi	Origem e conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP).	Toyota Production System Beyond Large-Scale Production. Tradução de Norman Bodek. New York: Productivity Press, 1988.

Fonte: Elaborado pela autora.

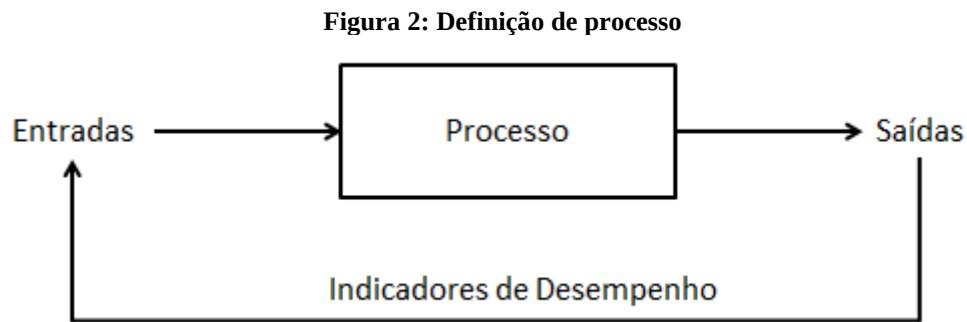
2.3 Mapeamento e redesenho de processos

Processo é uma sequência de atividades mensuradas e estruturadas, ou seja, com início, meio e fim, e que resultam em um produto específico. Essa estrutura, que identifica claramente o momento em que cada tarefa deve acontecer, é chave para se “alcançar os benefícios da inovação em processos” (DAVENPORT, 1992, p. 6), ou seja, melhorar a maneira como o trabalho é realizado.

Conger (2011) explica o processo como sendo um conjunto de tarefas que geram resultados para o negócio, sendo organizado por:

- *Input* (entrada): insumos utilizados no processo;
- *Steps* (etapas): atividades que alteram e transformam os insumos;
- *Output* (saídas): produto ou serviço resultante do processo;
- *Feedback*: monitoramento e medidas utilizadas para controlar e melhorar o processo, ou seja, os indicadores de desempenho.

A interação entre esses elementos está representada na Figura 2:



Fonte: Adaptado de Conger (2011).

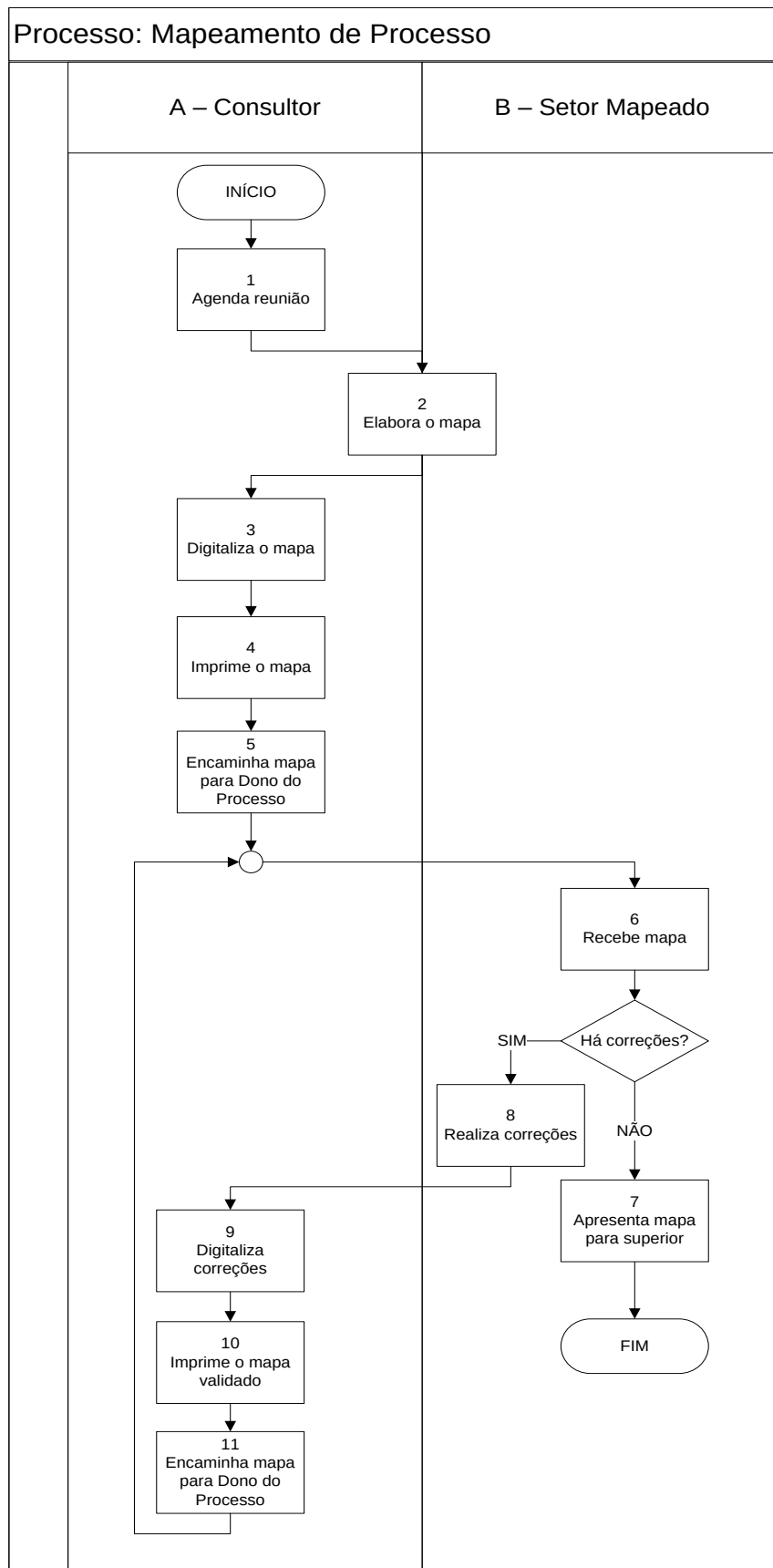
Como a base para o funcionamento das empresas são os processos, conforme menciona Conger (2011), é importante conhecê-los e entendê-los. Essa análise pode ser realizada através do mapeamento de processos, que é a identificação e representação dos itens mencionados anteriormente. Para tal, a autora sugere a realização de pesquisas, entrevistas ou observação das tarefas no momento em que são realizadas.

Após identificar e entender o funcionamento de cada etapa é possível analisar os problemas e buscar soluções e melhorias, atividade denominada redesenho de processo. Esse é o momento de eliminar desperdícios, estruturar as tarefas que agregam valor, identificar a maneira ideal para organizá-las e validar todas as mudanças escolhidas. O redesenho, portanto, é o desenvolvimento de uma proposta, a qual inclui recomendações baseadas em uma sequência de passos já existentes (CONGER, 2011).

Os motivos do redesenho podem ser diversos, mas seu objetivo está sempre voltado para uma melhoria, seja para atender o mercado ou a estratégia da empresa (XAVIER et al., 2017), e a ideia é mostrar uma situação futura do processo em análise (PAIM et al., 2009).

Dentre as ferramentas existentes para trabalhar com processos, temos o fluxograma ou mapa do processo, que é a representação gráfica de cada atividade pertencente ao sistema analisado (CÉSAR, 2011). Através de símbolos, como retângulos e losangos, ele retrata etapas e decisões de maneira sequencial, o que permite visualizar o fluxo de trabalho e como funciona a conexão entre as etapas, ou seja, como elas se relacionam (VERGUEIRO, 2002). Essa visão auxilia a busca por melhorias. Na Figura 3 está representado um modelo de mapa.

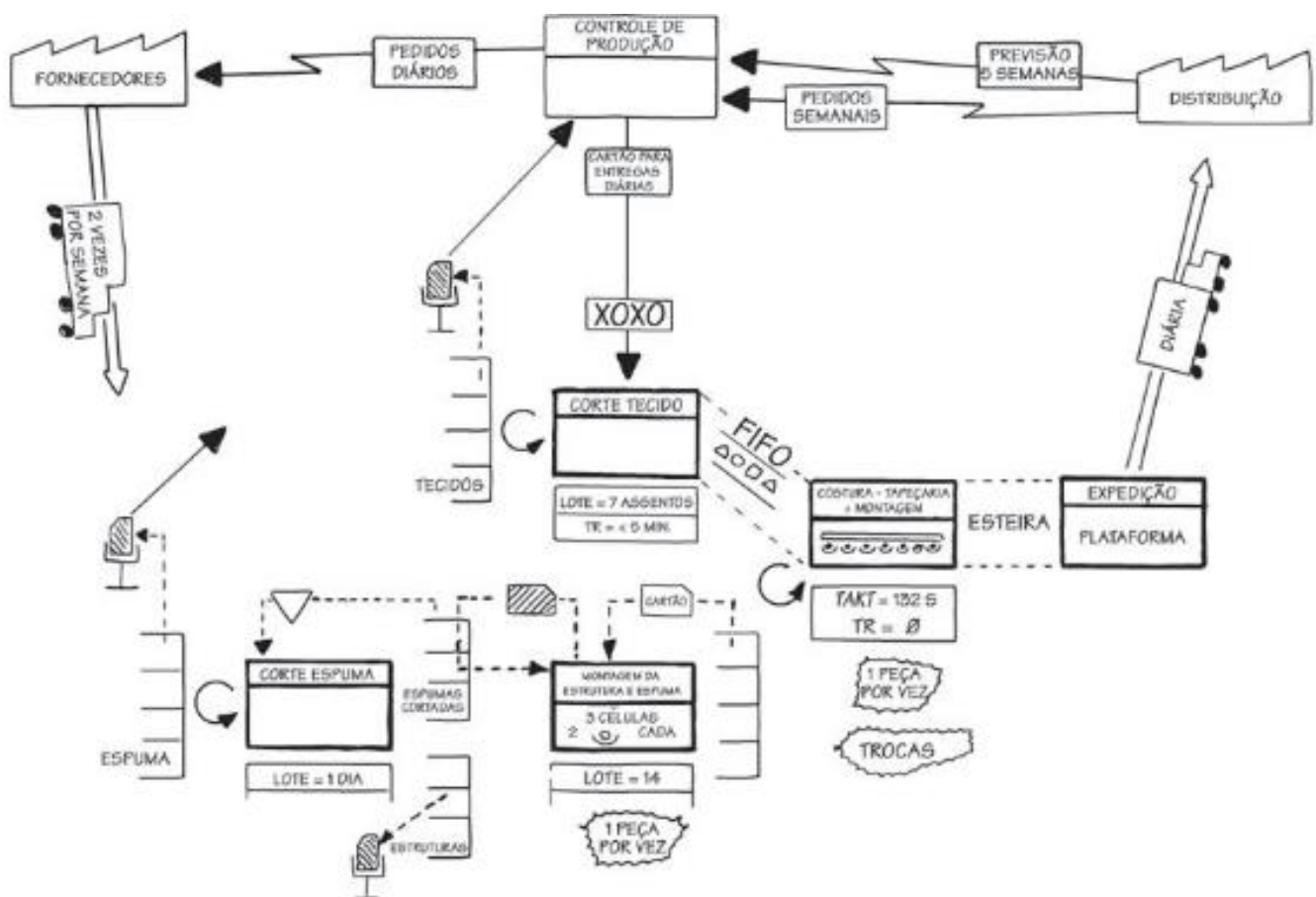
Figura 3: Exemplo de Mapa de Processo



Fonte: COELHO (2010, p. 26).

Com finalidade semelhante, existe o Mapa do Fluxo de Valor, que, além de ter as informações da ferramenta anterior, também analisa dados relacionados ao tempo das atividades e considera informações de demanda do consumidor e de abastecimento pelo fornecedor. O termo fluxo de valor compreende ações que agregam ou não valor e que são necessárias desde o planejamento até a entrega do produto, ou seja, permite uma visão mais ampla do sistema (ROTHER; SHOOK, 2003). Tem como objetivo, portanto, melhorar o todo ao invés de processos individuais. É possível visualizar um exemplo na Figura 4.

Figura 4: Mapa do Fluxo de Valor



Fonte: ROTHER e SHOOK (2003, Introdução).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 3.

Quadro 3: Resumo dos autores pesquisados - Mapeamento de processos

Autores	Assunto	Fonte
Cesar, Francisco	Ferramentas para representação gráfica de processos.	Ferramentas básicas da qualidade. 1. ed. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2011. p. 107.
Coelho, Naira	Exemplo de fluxograma.	Padronização de processos: um estudo das etapas de padronização em uma organização de grande porte do setor do meio ambiente. 2010. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
Conger, Sue	Definição de processos, mapeamento e redesenho.	Process Mapping and Management. New York: Business Expert Press, 2011. p. 5-6.
Davenport, Thomas	Definição de processos.	Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Massachusetts: Harvard Business School Press, 1992.
Paim, Rafael et al	Redesenho de processos.	Gestão de processos: pensar, agir e aprender. Porto Alegre: Bookman, 2009.
Rother, Mike; Shook, John	Definição de mapeamento do fluxo de valor e como construir o mapa.	Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Tradução de Lean Institute Brasil. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2013. v. 1.4.
Vergueiro, Waldomiro	Objetivos da representação processos através do fluxograma.	Qualidade em serviços de informação. São Paulo: Arte & Ciência, 2002. p. 53-54.
Xavier, Carlos et al	Redesenho de processos.	Gerenciamento de projetos de mapeamento e redesenho de processos: uma adaptação da metodologia Basic Methodware. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia, 2017.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.4 Configurações organizacionais

Apesar de a estrutura organizacional estar relacionada a uma estabilidade na maneira como a empresa funciona, o mercado atual exige das organizações flexibilidade e adaptabilidade (COELHO, 2013). Essa estrutura passa por estágios de desenvolvimento e pode variar e evoluir de acordo com o tamanho, a idade, o sistema técnico, o ambiente e o setor de atuação, sendo que a empresa pode possuir características comuns a mais de uma configuração (MINTZBERG, 2003). No Quadro 4 é possível verificar um resumo dos cinco tipos de configurações organizacionais.

Quadro 4: Resumo das configurações organizacionais

Configuração organizacional	Características
Estrutura simples	Organização jovem, pequeno porte, informal, com poucos níveis hierárquicos, baixa formalização do comportamento, rápido fluxo de informações, acúmulo de tarefas na cúpula estratégica, atua em ambientes simples e dinâmicos.
Burocracia mecanizada	Organização antiga, grande porte, agrupamento funcional, alta formalização do comportamento, especialização, atua em ambientes simples e estáveis.
Burocracia profissional	Independente da idade ou tamanho da organização, baixa formalização do comportamento, padronização das habilidades, especialização, atua em ambientes complexos e estáveis, possui distúrbios na estrutura, problemas de coordenação, de autonomia e de inovação.
Forma divisionalizada	Organização antiga, grande porte, padronização das entregas (<i>outputs</i>), concentração de poder nos gerentes das linhas intermediárias, atua em ambientes simples e estáveis.
Adhocracia	Organização jovem, pouca formalização do comportamento, atua em ambientes complexos e dinâmicos, executa projetos inovadores, problemas de ineficiência, ambiguidade e tendência a se burocratizar com o tempo.

Fonte: Adaptado de Mintzberg (2003).

É possível identificar nas características descritas no Quadro 4 uma tendência de formalização do comportamento e criação de padrões nas organizações à medida que crescem e se tornam antigas. Isso acontece, pois as empresas têm o intuito de reduzir a variabilidade e, conseqüentemente, aumentar o controle sobre o trabalho (MINTZBERG, 2003). Como resultado desse processo de formalização e standardização, temos a burocracia (COELHO, 2013).

Outra característica a ser destacada, considerando o foco do trabalho, é o fato dessa burocracia ser prejudicial à inovação, algo que pode ser verificado ao comparar a burocracia profissional à adhocracia. De acordo com Govindarajan e Trimble (2011), as empresas nascem inovadoras, mas aos poucos começam a buscar caminhos confiáveis para os lucros através da estruturação da máquina de desempenho, que são os processos estabelecidos e responsáveis pela geração de receita. Essa máquina de desempenho cria regras rígidas e uma burocracia na qual o processo de inovação não se encaixa.

Ainda segundo esses autores, o processo de inovação envolve atividades que não são rotineiras, ou seja, que não estão contempladas pelos padrões existentes na máquina de desempenho, nem pelos seus controles. Logo, o desenvolvimento de uma ideia irá gerar tarefas extras que irão competir com a rotina e as metas e precisarão de recursos não planejados, não sendo, portanto, priorizadas.

Uma maneira de reduzir o impacto de projetos de inovação nas organizações com estruturas burocráticas e com alta formalização do comportamento é montar equipes dedicadas que realizem parcerias e dividam as atividades com a máquina de desempenho (GOVINDARAJAN; TRIMBLE, 2011). Caso contrário, ao tentar desenvolver a inovação pelos processos normais da máquina de desempenho, a falta de priorização e, conseqüentemente, os prazos extensos podem colocar a execução em um impasse, ou seja, a etapa de implementação ficará estagnada, podendo não acontecer (HANSEN; BIRKINSHAW, 2007).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 5.

Quadro 5: Resumo dos autores pesquisados - Configurações organizacionais

Autores	Assunto	Fonte
Coelho, Arnaldo	Estrutura organizacional.	A estrutura das organizações. In: LISBOA, J. et al. Introdução à gestão de organizações. 1. ed. 1. reimpressão. Porto: Vida Económica, 2013. cap. 5.
Govindarajan, Vijay; Trimble, Chris	Máquina de desempenho, burocracia e inovação.	O outro lado da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 1-26.
Hansen, Morten; Birkinshaw, Julian	Impacto da burocracia na execução da inovação	The Innovation Value Chain. Harvard Business Review, jun. 2007.
Mintzberg, Henry	Configurações organizacionais.	Criando organizações eficazes: estruturas em cinco configurações. São Paulo: São Paulo Atlas, 2003.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.5 Confiabilidade

Conforme sinalizam Gnedenko e Ushakov (1995), o termo confiabilidade surgiu quando equipamentos e sistemas começaram a desempenhar uma importante função industrial e a servir à população e a sua segurança. Aplicada inicialmente aos complexos sistemas de eletroeletrônica, ela permite avaliar vários indicadores cujos dados fornecem uma base para decisões que resultam em melhores estruturas de um sistema, aperfeiçoamento dos métodos de manutenção ou estimativa da confiabilidade de determinado teste.

A confiabilidade é uma medida de comparação, valorizada quando está relacionada a palavras como confiança e segurança (MISHRA, 2006). Pode ser definida como a probabilidade do produto ou sistema desempenhar suas funções sem falhar, considerando determinada condição de operação e período de tempo (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011). É também um atributo que influencia outros, como a manutenibilidade e a qualidade, sendo que sua importância cresce

com a complexidade do sistema, o impacto da falha, a importância da atividade e os custos de suporte (SANCHES, sem data).

Sendo assim, podemos dizer que a confiabilidade é a medida do sucesso do produto, ou seja, a probabilidade de desempenhar as atividades para as quais foi planejado, considerando os limites definidos em projeto (GOBLE, 2010). Portanto, exerce um papel crítico na sociedade moderna e na engenharia, principalmente quando consideramos que uma falha gera perdas, as quais são representadas pelo custo de reparação, insatisfação do cliente, perda nas vendas, programas de *recall* e, em situações extremas, perda de vidas (KLEYNER, 2011).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 6.

Quadro 6: Resumo dos autores pesquisados - Confiabilidade

Autores	Assunto	Fonte
Fogliatto, Flavio; Ribeiro, Jose	Definição de confiabilidade.	Confiabilidade e manutenção industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
Goble, William	Definição de confiabilidade.	Control system safety evaluation and reliability. 3. ed. Unites States of America: International Society of Automation, 2010. cap. 3. p. 60.
Gnedenko, Boris; Ushakov, Igor	Definição de confiabilidade.	Probabilistic reliability engineering. Ed. John Wiley & Sons, 1995.
Kleyner, Andre	Impactos da confiabilidade.	Foreword. In: RAHEJA, D.; GULLO, L. Design for reliability. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
Mishra, R. C.	Definição de confiabilidade.	Reliability and maintenance engineering. New Delhi: New Age International, 2006.
Sanches, Durval	Definição de confiabilidade.	Tópicos especiais em eletrônica.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.6 Rastreabilidade

Apesar de ser um termo cuja importância foi reconhecida em 1968, em uma conferência sobre os problemas na engenharia de *software*, e do crescimento de publicações na área na década de 90, existem poucos documentos e pesquisas sobre a utilização da rastreabilidade. Uma definição básica para o termo é a capacidade de associar dados a objetos e entender a relação entre eles (GOTEL et al., 2012).

O Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica dos Estados Unidos (1990, p. 78) define rastreabilidade como “o grau ao qual uma relação pode ser estabelecida entre dois ou mais produtos do processo de desenvolvimento”. Seguindo o mesmo raciocínio, a Templum Consultoria Ilimitada (2017) explica a rastreabilidade como a “capacidade de identificar

matérias-primas, insumos, materiais ou componentes de determinado produto ou serviço” ao longo do processo, realizada através do registro das informações em cada etapa.

Simplificando, rastreabilidade significa “seguir o rastro de fabricação de um produto” (BRASCOMM, 2017), algo que fornece maior credibilidade ao mesmo e tem impacto positivo na produtividade. Além disso, por tornar mais eficiente a resolução de eventuais defeitos, esse termo ganhou grande importância nas empresas atuais. É possível, portanto, relacionar o termo à confiabilidade e à qualidade (CITISYSTEMS, 2017).

Para ser eficaz, a rastreabilidade precisa ser planejada e gerenciada (GOTEL et al., 2012). Deve estar presente em todas as etapas, visando facilitar o controle, o *recall*, a informação para o cliente e a atribuição da responsabilidade (NORDIC CONCIL OF MINISTERS, 2008).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 7.

Quadro 7: Resumo dos autores pesquisados - Rastreabilidade

Autores	Assunto	Fonte
Brascomm	Definição de rastreabilidade.	Como funciona a rastreabilidade de produtos.
Citisystems	Definição de rastreabilidade.	O que é a rastreabilidade.
Gotel, Orlena et al.	Definição de rastreabilidade.	Traceability Fundamentals. In: HUANG, J.; GOTEL, O.; ZISMAN, A. Software and Systems Traceability. New York: Springer, 2012. p. 3-22.
Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica dos Estados Unidos	Definição de rastreabilidade.	IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.
Nordic Concil of Ministers	Objetivo da rastreabilidade.	Food contract materials – in-house documentation and traceability. Copenhagen: Ekspresen Tryk & Kopicenter, 2008. cap. 5.
Templum Consultoria Ilimitada	Definição de rastreabilidade.	A importância da rastreabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.7 E-maintenance: Manutenção e a Tecnologia da Informação e Comunicação

Para entender o que é a *e-maintenance* é importante definir “manutenção” e “tecnologia da informação e comunicação (TIC)”, além de compreender a atual relação entre esses dois termos.

O Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica dos Estados Unidos (1990, p. 46) descreve a manutenção como o processo “de modificar um sistema ou componente, após a entrega, com o objetivo de corrigir falhas, melhorar a performance ou outros atributos, ou adaptar a mudanças no ambiente” ou “para restaurar o sistema ou componente ao estado em que possa

realizar as funções exigidas”. Ela pode ser corretiva, preventiva ou agendada e o valor envolvido com essa atividade representa uma parte considerável dos custos operacionais (HAN; YANG, 2006). Conforme a própria classificação sugere, a manutenção corretiva tem como intuito corrigir uma falha e a preventiva o de evitar que o problema apareça (IEEE, 1990).

A tecnologia da informação e comunicação inclui qualquer equipamento ou sistema que utiliza algum tipo de automação para realizar um processo que envolva dados, por exemplo, coleta, armazenamento, transmissão, gestão, entre outros (FATUR, 2012).

Segundo Holmberg et al. (2010), muitas áreas têm incorporado a tecnologia da informação aos processos de manutenção através de dispositivos portáteis, que facilita e torna mais eficiente a coleta de dados; e de tecnologias de comunicação, que permitem a operação do negócio através de plataformas digitais. Esse tipo de interação modifica o ambiente de trabalho, permitindo que os técnicos tenham acesso a informações atualizadas sobre o equipamento, antes mesmo de tê-lo disponível para a manutenção.

O crescimento da utilização da tecnologia da informação e comunicação (TIC) nos processos de manutenção pode ser explicado pelo aumento que ela proporciona à “eficiência, velocidade, proatividade e otimização do fluxo de trabalho”, assim como a própria “necessidade de integrar a performance do negócio” (MULLER; MARQUEZ; IUNG, 2008, p. 1167).

Essa parceria, denominada *e-maintenance*, possibilita uma melhor gestão do conhecimento e dos recursos, mas algumas análises devem ser realizadas para evitar que problemas de interface com o usuário ou de falha de comunicação gerem impactos negativos no processo (HOLMBERG et al., 2010 apud DUCATEL et al., 2000).

A *e-maintenance*, portanto, pode ser relacionada à eficiência, ao atender as expectativas de demanda e manutenção; à eficácia, que contribuirá para o aumento da disponibilidade, do ciclo de vida e da confiabilidade; e ao desempenho da empresa, resultado do processo de manutenção (BALDWIN, 2000).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 8.

Quadro 8: Resumo dos autores pesquisados - E-maintenance

Autores	Assunto	Fonte
Fatur, Andrej	Definição de tecnologia da informação e comunicação.	EU competition law and the information and communication technology network industries. Oxford: Hart Publishing, 2012
Han, Tian; Yang, Bo-Suk	Tipos e custo da manutenção.	Development of an e-maintenance system integrating advanced techniques. Computers in Industry, n. 57, 2006, p. 569–580.
Holmberg et al.	Utilização da tecnologia da informação e comunicação na manutenção.	E-maintenance. Londres: Springer, 2010. p. 45-49.
Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica dos Estados Unidos	Definição de manutenção e dos tipos (corretiva e preventiva).	IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.
Muller, Alexandre; Marquez, Adolfo; Iung, Benoît	Crescimento da tecnologia da informação e comunicação na manutenção.	On the concept of e-maintenance: Review and current research. Reliability Engineering and System Safety, n. 93, 2008, p. 1165-1187.
Baldwin, Robert	E-maintenance.	How Do You Spell e-Maintenance?. Maintenance technology, 2010.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.8 Estatística

A estatística pode ser definida como “um conjunto de técnicas que permite, de forma sistemática, organizar, descrever, analisar e interpretar dados oriundos de estudos ou experimentos, realizados em qualquer área do conhecimento” (MAGALHÃES; LIMA, 2005, p. 1). Vale ressaltar que esses dados podem ser de qualquer tipo, ou seja, não precisam ser apenas numéricos.

Esses autores dividem a estatística em três partes: estatística descritiva, que descreve e resume os dados; probabilidade, que estuda a incerteza; e inferência estatística, que envolve técnicas que permitem extrapolar informações e conclusões a partir de subconjuntos retirados de um grande conjunto de dados.

Para sumarizar as informações disponíveis é possível calcular as medidas de posição ou de tendência central, a média, mediana e moda. Entretanto, esses cálculos “podem não ser suficientes para descrever e discriminar diferentes conjuntos de dados” (MAGALHÃES; LIMA, 2005, p. 102), para alcançar esse nível de detalhamento existem as medidas de dispersão, como a amplitude, a variância e o desvio padrão. As definições dessas medidas, fornecidas pelos autores já citados, estão disponíveis no Quadro 9.

Outra medida interessante para um estudo estatístico é o coeficiente de variação (C.V.), que “descreve a variabilidade relativa à média” (MINITAB, 2017), podendo ser classificada,

também, como uma medida de dispersão. A definição, de acordo com Datalyzer (2017), pode ser visualizada no Quadro 9.

Quadro 9: Estatística - Definição de medidas de posição e de dispersão

Medida	Tipo	Definição
Média	Medida de posição	Soma dos dados analisados, dividida pela quantidade total de dados.
Mediana	Medida de posição	Valor que ocupa a posição central do conjunto de dados.
Moda	Medida de posição	Valor que aparece com maior frequência nos dados analisados.
Amplitude	Medida de dispersão	Diferença entre o menor e o maior valor do conjunto de dados.
Variância	Medida de dispersão	Soma dos quadrados da diferença entre um valor do conjunto de dados e a média, dividido pela quantidade de dados: $variância = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - média)^2$
Desvio Padrão	Medida de dispersão	Raiz quadrada da variância: $desvio\ padrão = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - média)^2}$
Coefficiente de variação (C.V)	Medida de dispersão	Divisão do desvio padrão pela média, multiplicado por cem.

Fonte: Elaborado pela autora com informações extraídas de Magalhães e Lima 2005 (2011), Minitab (2017) e Datalyzer (2017).

O coeficiente de variação pode ser utilizado para avaliar a precisão do conjunto de dados, sendo que, quanto menor o valor do coeficiente de variação, maior a precisão dos valores obtidos nos experimentos (SANTOS, 2011) e mais homogênea a dispersão (DATALYZER, 2017), conforme detalhado no Quadro 10.

Quadro 10: Precisão do experimento de acordo com os valores do Coeficiente de Variação

C.V.	Avaliação	Precisão	Dispersão
< 10%	Baixo	Alta	Homogênea
11-15%	Médio	Média	Homogênea
16 – 20%	Médio	Média	Média
21 – 30%	Alto	Baixa	Média
≥ 31%	Muito alto	Muito baixa	Heterogênea

Fonte: Adaptado de SANTOS (2011, p. 68) e DATALYZER (2017).

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 11.

Quadro 11: Resumo dos autores pesquisados - Estatística

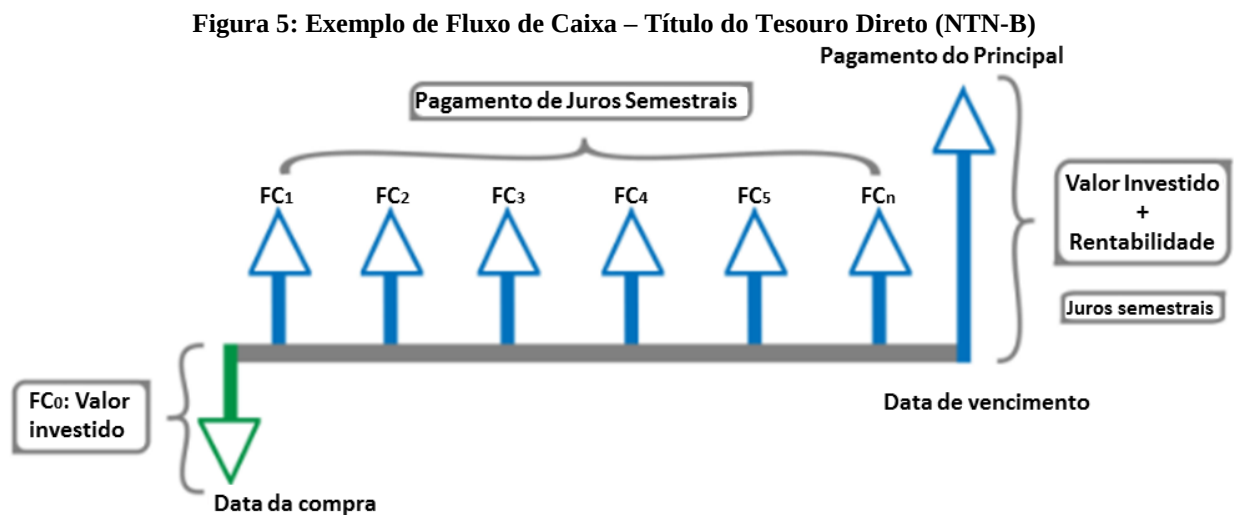
Autores	Assunto	Fonte
Datalyzer	Definição e classificação do coeficiente de variação.	Coeficiente de Variação (CV).
Magalhães, Marcos; Lima, Antônio.	Definições de estatística, medidas de posição e de dispersão.	Noções de Probabilidade e Estatística.
Minitab	Definição de coeficiente de variação.	O que é coeficiente de variação?
Santos, Carlos.	Classificação da precisão do coeficiente de variação.	Apostila da disciplina CRP 194 – Estatística experimental.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.9 Análise de viabilidade econômica de projetos

O valor do dinheiro não é constante, ele pode variar de acordo com o risco envolvido, com o poder de compra e com o tempo (LOPES, 2012). É possível visualizar essa oscilação com o exemplo da inflação, responsável pela desvalorização de uma moeda e “diminuição do poder aquisitivo” da população que a utiliza (LOUZADA, 2006, *on-line*). Por esse motivo, é importante que o estudo da viabilidade econômica de um projeto considere a análise temporal do valor monetário.

Uma maneira de representar as entradas e saídas de recurso financeiro em um projeto é o fluxo de caixa, que “pode ser compreendido como uma linha do tempo em que ocorrem entradas e saídas de caixa em diferentes momentos” e “a uma determinada taxa de juros” (LEISMANN, 2016, p. 8). Logo, o fluxo de caixa é uma representação das “receitas e despesas ocorridas em instantes de tempos diferentes” (LOUZADA et al., 2006, *on-line*), conforme exemplo disponível na Figura 5.



Fonte: Adaptado de Tesouro Nacional (2017).

Para comparar fluxos de caixa que não ocorrem em um mesmo período é utilizado o Valor Presente Líquido (VPL), que considera o “custo do tempo” através de uma “taxa de atualização” ou taxa de desconto, e que permite descontar “fluxos futuros” no “período presente”. Esse cálculo possibilita a análise do retorno do projeto, que pode ser positivo, representando sua possível viabilidade, ou negativo, que o caracteriza como desfavorável (MOURA, 2013, *on-line*). Segundo Ross et al (2015), um projeto é aceito se o VPL for positivo e rejeitado se for negativo. O VPL é representado pela fórmula matemática:

$$VPL = \left[\frac{FC_1}{(1+i)} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \right] - FC_0$$

onde, i = taxa de atualização, n = quantidade de períodos analisados, e FC_0 = valor investido.

Complementando esse instrumento, existe a Taxa Interna de Retorno (TIR), que representa o momento em que o VPL é zerado, ou seja, em que investimentos e receitas se equiparam (LOUZADA et al., 2006). Logo, a TIR “mede o retorno do projeto em termos percentuais, calculando a taxa de atualização que tornaria o valor presente líquido igual a zero” (MOURA, 2013, *on-line*) e, de acordo com Ross et al. (2015), um projeto será aceito caso a TIR seja maior do que a taxa de desconto e rejeitado se for menor. A TIR pode ser representada pela fórmula:

$$FC_0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} = \left[\frac{FC_1}{(1+i)} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \right]$$

Por fim, temos o Tempo de Retorno do Investimento ou *Payback*, que é o tempo necessário para as receitas compensarem a quantia investida (MOURA, 2013), ou seja, o momento em que o valor economizado ou lucro previsto para o projeto supera as despesas (LOUZADA et al., 2006). Ele pode ser calculado através da fórmula:

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+K)^t}$$

onde I = investimento inicial; K = custo do capital; FC_t = fluxo de caixa no tempo t ; e T = *payback*.

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 12.

Quadro 12: Resumo dos autores pesquisados - Análise de viabilidade econômica de projetos

Autores	Assunto	Fonte
Leismann, Edison	Definição de fluxo de caixa.	Análise de Viabilidade e Risco em Projetos de Investimentos. [S.l.:] Simplíssimo, 2016.
Lopes, Maria	Análise temporal do valor do dinheiro.	Elaboração e Análise de Projetos de Investimento. 2. ed. Porto: Feup Edições, 2012.
Louzada, Dalton et al.	Definição de fluxo de caixa.	Gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2006. (Guia do Profissional, v. III).
Moura, Henrique	Definição de VPL.	PMP sem segredos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
Ross, Stephen et al.	Regras de análise de investimento.	Valor presente líquido e outras regras de análise de investimentos. 10. ed. In: _____. Administração financeira. Porto Alegre: AMGH editora, 2015. cap. 5.
Tesouro Nacional	Exemplo de fluxo de caixa.	Entenda cada título no detalhe. 2017.

Fonte: Elaborado pela autora.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

A escolha pela metodologia de pesquisa depende da estratégia adotada, pois cada tipo “apresenta vantagens e desvantagens próprias”, as quais podem variar de acordo com o tipo de pesquisa, o controle do pesquisador sobre os eventos e o foco em fenômenos históricos ou contemporâneos (YIN, 2001, p. 21).

O presente trabalho é um estudo de caso referente à inovação tecnológica nas atividades de preenchimento, conferência e armazenagem de dados referentes aos processos de recuperação de componentes de locomotivas. Essas informações são essenciais para a rastreabilidade dos itens que passam pelas oficinas localizadas na planta do Horto Florestal (Belo Horizonte), os quais são instalados nos ativos que percorrem toda a malha ferroviária sob a concessão da MRS Logística.

Esta pesquisa, portanto, pode ser classificada, quanto a sua finalidade, como aplicada, pois tem como objetivo resolver um problema concreto. Além disso, por ser uma situação específica da empresa e com “pouco conhecimento acumulado e sistematizado” (VERGARA, 1998, p. 45), também se enquadra na investigação exploratória.

Dentre os meios de investigação utilizados é possível citar a pesquisa de campo, caracterizada pela observação e estudo de tempos do processo de recuperação de baterias e de preenchimento da documentação técnica, assim como pelos testes realizados com a solução proposta na área piloto. Informações como erros mais comuns, dificuldades no preenchimento dos dados e no processo de recuperação foram coletadas durante a observação do processo e de entrevistas com os funcionários, métodos característicos da abordagem qualitativa (LOCKE; SPIRDUSO; SILVERMAN, 2014).

Foi realizada, também, uma investigação documental, na qual foram analisadas informações relacionadas à quantidade de formulários com erros e ao tempo de processo de algumas etapas da manutenção realizadas na célula de baterias. O levantamento e a análise desses dados, assim como os obtidos na pesquisa de campo, representam o caráter quantitativo do presente trabalho, ou seja, o estudo numérico “de tendências, atitudes ou opiniões de uma população ao

estudar uma amostra dela”, cujos resultados são utilizados pelo pesquisador para realizar “alegações acerca da população” (CRESWELL, 2007, p. 161-162).

Outro critério de investigação presente é o estudo de caso, pois o trabalho foi direcionado para processos existentes na empresa MRS Logística, buscando responder as perguntas do tipo “como” e “porque” para eventos inseridos em um contexto real (YIN, 2001), compreendendo um fenômeno e um período de tempo delimitado (GERRING, 2013). Para uma análise mais precisa e aprofundada, o estudo foi realizado em um setor específico, ou seja, foi definida uma unidade de análise através de uma matriz de decisão, que considerou a quantidade de informações armazenadas ao longo das atividades de recuperação e a criticidade das mesmas. Refinamento semelhante ocorreu com os testes, que foram realizados considerando a manutenção de apenas um componente, logo, optou-se pela “profundidade e detalhamento” (VERGARA, 1998). Este trabalho, portanto, focou em questões “fundamentais para o entendimento do sistema em análise” (TELLIS, 1997, p. 4).

A pesquisa bibliográfica também esteve presente durante todo o trabalho, ou seja, no planejamento, desenvolvimento e teste, pois esse tipo de investigação pode agregar valor em todas as etapas do estudo.

Um resumo dos autores pesquisados nesta seção está disponível no Quadro 13.

Quadro 13: Resumo dos autores pesquisados - Metodologia

Autores	Assunto	Fonte
Creswell, John	Definições de método qualitativo e quantitativo.	Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
Gerring, John	Metodologia e estudo de caso.	The Case Study: What it is and What it Does. Oxford Handbooks Online, [s.l.], p.1-36, jul. 2011. Oxford University Press.
Locke, Lawrence; Spirduso, Waneen; Silverman, Stephen	Características da pesquisa qualitativa.	Proposals that work: a guide for planning dissertations and grant proposals. 6. ed. United States of America: Sage, 2014. cap. 5.
Tellis, Winston	Metodologia e estudo de caso.	Application of a Case Study Methodology. The Qualitative Report, v. 3, n. 3, set. 1997, p. 1-19.
Vergara, Sylvia	Critérios de pesquisa e meios de investigação.	Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
Yin, Robert	Metodologia e estudo de caso.	Estudo de caso – planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Etapas da pesquisa

A pesquisa desenvolvida neste trabalho foi conduzida conforme etapas e períodos sinalizados no Quadro 14.

Quadro 14: Cronograma da pesquisa

Etapas	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Identificação do problema	X										
Mapeamento da documentação técnica		X	X								
Definição da unidade de análise				X							
Mapeamento do processo					X	X	X	X			
Redesenho do processo							X	X	X	X	X
Testes da solução proposta							X	X	X	X	X
Entrevistas							X	X	X	X	X
Análise da viabilidade financeira								X	X		

Fonte: Elaborado pela autora.

Com exceção da pesquisa bibliográfica, que já foi detalhada em capítulo específico, um resumo de cada etapa pode ser verificado nos itens a seguir.

3.2.1 Identificação do problema

A identificação do problema ocorreu através de conversas informais com os trabalhadores do setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas da MRS Logística, nas quais foram mencionadas oportunidades de melhoria relacionadas ao acesso e preenchimento da documentação técnica. A partir dessas informações, buscou-se entender qual o impacto das dificuldades sinalizadas e quais as possíveis causas para a existência das mesmas, estudo que começou com o mapeamento da documentação utilizada durante os processos de manutenção.

3.2.2 Mapeamento da documentação técnica

Parte da investigação documental teve início na identificação da quantidade e dos tipos de documentos técnicos - como os formulários, também chamados de *checklists*, e procedimentos operacionais - utilizados na diretoria de Engenharia e Manutenção e em um

dos seus setores, o de Recuperação de Componentes de Locomotivas. Esse mapeamento foi realizado pela autora através do sistema de gerenciamento de documentação utilizado pela MRS Logística, que permite visualizar os documentos e extrair relatórios, como o de quantidade de documentação por área e de número de impressões por empregado, sendo que todos possuem detalhamento sobre o tipo de documento ao qual a informação se refere. Sendo assim, esses relatórios permitem segregar os valores por procedimentos e formulários.

Com o intuito de compreender de maneira mais detalhada as atividades de acesso e coleta dos dados técnicos e, assim, buscar a melhor solução para o problema identificado, foi necessário escolher uma célula de trabalho dentre as existentes no setor mencionado. Essa definição ocorreu através da utilização da matriz de decisão, que será detalhada na seção a seguir.

3.2.3 Definição da unidade de análise

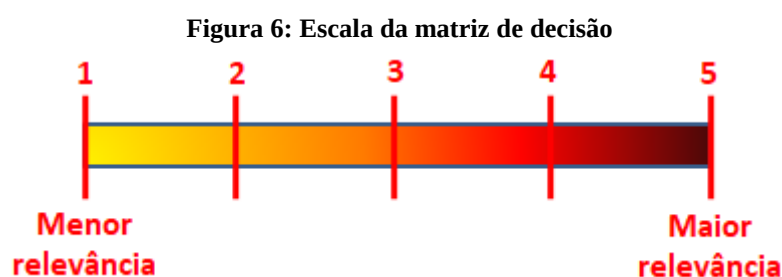
A definição da unidade de análise teve início nas escolhas macros, como da empresa e da diretoria, até alcançar o nível de detalhamento de processos, como do setor, da área e da célula de trabalho.

O estudo de caso foi realizado na empresa MRS Logística devido à facilidade de acesso às informações e aos processos por parte da autora. Motivo semelhante foi responsável pelo direcionamento da pesquisa para um problema concreto do setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas, que está localizado na diretoria de Engenharia e Manutenção, conforme detalhado no Capítulo 4.

Considerando que o setor mencionado é composto por quatro áreas e abrange uma diversidade de processos, a definição da unidade de análise ocorreu por meio da utilização da matriz de decisão, também chamada de matriz de priorização. De acordo com o conceito dessa ferramenta, são listadas em forma de tabela as alternativas e os critérios a serem avaliados, que podem ter pesos diferentes de acordo com a importância para a decisão. Em seguida, é fornecido o grau de importância, ou seja, uma nota para cada quadrante da tabela. Como resultado, cada opção terá uma nota por critério. Em seguida, multiplica-se o grau de importância pelo peso e realiza-se a soma dos valores obtidos para cada opção. Por fim, a tomada de decisão será baseada na alternativa com a maior pontuação (CÉSAR, 2013).

Para o presente trabalho foram elaboradas duas matrizes pela autora, uma composta por seis critérios, para a escolha da área piloto, e outra com dez, para a definição da célula piloto. Dentre os itens a serem pontuados, podemos citar a facilidade de acesso à documentação e de intervenção na área, a quantidade de páginas por formulário, o homem-hora consumido com atividades de preenchimento e conferência.

As notas poderiam ser escolhidas considerando uma escala de proporção de 1 a 5, sendo 1 para a menor relevância e 5 para a maior, conforme Figura 6. Além disso, não foram atribuídos pesos aos critérios, ou seja, todos foram considerados com a mesma importância.



Fonte: Elaborada pela autora.

Por fim, quatro funcionários com visão marco das áreas analisadas foram convidados para realizar o preenchimento da matriz de decisão, conforme Quadro 15. Essa avaliação foi realizada individualmente e, para a correta utilização da ferramenta, foram explicados o conceito de matriz de decisão e cada item a ser avaliado.

Quadro 15: Relação de empregados que pontuaram a matriz de decisão

Quantidade	Matriz	Função	Atividade
1	Área	Suporte gerencial	Fornecer suporte para as quatro áreas do setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas. Possui visão global do setor.
1	Célula	Coordenador	Gestão das áreas de recuperação de componentes elétricos. Possui visão macro da área de Recuperação de Componentes Elétricos de Locomotivas
2	Célula	Suporte técnico	Fornecer suporte técnico aos mantenedores, realiza atualização da documentação técnica e desenvolve análise de falhas. Possui visão macro da área de Recuperação de Componentes Elétricos de Locomotivas.

Fonte: Dados de pesquisa.

O detalhamento dos critérios utilizados em cada matriz de decisão e das pontuações fornecidas, que resultaram na escolha da área de Recuperação de Componentes Elétricos e da Célula de Recuperação de Baterias, está disponível no Capítulo 5.

3.2.4 Mapeamento do processo

Após a definição da unidade de análise, foi possível direcionar a investigação documental e a pesquisa de campo para um processo específico. Nessa etapa, a análise do procedimento operacional padrão e dos *checklists* utilizados durante a recuperação de baterias, a observação de tarefas e a cronoanálise auxiliaram tanto no entendimento das atividades de recuperação do componente como na coleta do tempo utilizado para realizá-las. Essas informações serviram de insumo para a elaboração do Mapa do Fluxo de Valor (VSM) do macroprocesso da célula piloto e do fluxograma do processo de utilização de *checklist*, detalhados no Capítulo 5.

3.2.5 Redesenho do processo

Os mapas elaborados na etapa anterior forneceram suporte para a análise de atividades que não agregam valor ao processo, ou seja, os desperdícios. Esse estudo permitiu a identificação de uma solução para o problema identificado e, conseqüentemente, a elaboração de um novo fluxograma, contendo uma proposta de melhoria no processo.

3.2.6 Teste da solução proposta

Com o objetivo de validar a melhoria sugerida, foi desenvolvido um *checklist* digital pela autora, considerando os dados coletados durante a pesquisa de campo e a investigação documental, e foram realizados testes com a inovação proposta. Participaram dessa etapa os seis mantenedores dedicados às atividades da célula piloto, ou seja, as pessoas responsáveis pela recuperação do componente e pelo preenchimento de *checklist*, assim como o líder que gerencia os processos dessa célula de trabalho.

No teste final também houve a participação de um empregado que atua na função de suporte à área e possui constante acesso a dispositivos digitais, sendo que o objetivo dessa fase foi o de contabilizar o tempo consumido durante a atividade de digitação das informações técnicas. Um resumo dos testes e das pessoas que colaboraram na realização dos mesmos pode ser visualizado no Quadro 16 e o detalhamento dessa etapa está disponível no Capítulo 6.

Quadro 16: Relação de empregados que participaram dos testes

Fase	Objetivo	Número de pessoas	Função
Pré-teste	Verificar se as funções do <i>checklist</i> digital estão de acordo com o procedimento e realizar correções, caso necessário.	2	Mantenedor
Teste Inicial	Apresentar o <i>checklist</i> digital aos usuários através de simulações de preenchimento.	6	Mantenedor
		1	Suporte na gestão da produção
Teste Final	Simular o preenchimento completo do <i>checklist</i> digital e realizar cronoanálise da atividade.	4	Mantenedor
		1	Suporte em atividades administrativas

Fonte: Dados de pesquisa.

3.2.7 Entrevistas

As entrevistas informais tiveram como objetivo identificar dúvidas, dificuldades e sugestões de melhoria durante a realização dos testes. Elas foram conduzidas considerando as perguntas que os mantenedores faziam sobre o *checklist* digital e de acordo com a maneira como eles conduziam a atividade que estava sendo observada.

Com o intuito de formalizar alguns pontos sinalizados informalmente e mapear as expectativas dos envolvidos em relação à inovação sugerida, foram elaborados pela autora dois roteiros de entrevista. O primeiro, contendo dez questões, foi direcionado aos usuários do *checklist*, que são as pessoas que realizam a impressão ou o preenchimento do documento técnico. O segundo, com seis perguntas, foi destinado aos funcionários que atuam na liderança. Os questionamentos foram direcionados para que o entrevistado comparasse o processo atual ao proposto e sinalizasse problemas, melhorias e possíveis dificuldades de implementação.

Foram realizadas dez entrevistas com usuários e sete com líderes, sendo que participaram tanto empregados da célula e da área piloto, quanto funcionários que atuam em outras áreas. Informações sobre os entrevistados estão disponíveis no Quadro 17 e o detalhamento do roteiro e das respostas está disponível no Apêndice IV.

Quadro 17: Relação de empregados que responderam as entrevistas

Quantidade	Roteiro	Função	Atividade
5	Usuário	Mantenedor	Recuperação de componentes de locomotivas.
2	Usuário	Assistente	Acesso ao sistema e à função de impressão.
3	Usuário	Suporte técnico	Fornecer suporte técnico aos mantenedores, realizar atualização da documentação técnica e desenvolver análise de falhas.
2	Líder	Suporte na gestão da produção	Fornecer suporte na gestão da produção da célula. A função durante o início do presente estudo era a de mantenedor da célula de bateria, possuindo, portanto, experiência como usuário de <i>checklist</i> e no processo da unidade de análise.
1	Líder	Suporte na gestão da produção	Fornecer suporte na gestão da produção da área. A função anterior era a de mantenedor, possuindo, portanto, experiência como usuário de <i>checklist</i> .
1	Líder	Suporte técnico	Auditar o processo e fornecer suporte técnico aos mantenedores das oficinas.
2	Líder	Coordenador	Gestão das áreas de recuperação de componentes elétricos e mecânicos.
1	Líder	Gerente	Gestão das áreas de recuperação de componentes de locomotivas e de manutenção de locomotivas.

Fonte: Dados de pesquisa.

3.2.8 Análise da viabilidade financeira

A análise da viabilidade foi realizada através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do *payback*, ou seja, o tempo de retorno do investimento. Os dados utilizados para essa análise foram: investimento de capital, EBITDA (valor representado pela economia gerada com a inovação), depreciação, Imposto de Renda (IR), Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) e valor residual do equipamento.

O investimento de capital representa a soma dos custos para equipar a célula, área ou setor com dispositivos portáteis e respectivos acessórios de proteção. No caso desta pesquisa, foram realizados orçamentos em lojas online referente ao preço para a aquisição de *tablets*, capas, películas e bolsas impermeáveis. A quantidade de itens foi consultada junto aos gestores responsáveis por cada local de trabalho, sendo eles: célula de recuperação de bateria, áreas de recuperação de componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos.

Em seguida, para a EBITDA, foi realizado o cálculo da economia gerada com a eliminação dos desperdícios identificados no processo, considerando o histórico dos gastos no ano de 2016. Dentre eles, é possível citar o valor referente à quantidade de páginas impressas com os formulários e ao HH consumido para atividades de conferência de documentação, digitação de dados técnicos e de deslocamento entre célula e escritório para buscar os *checklists* impressos. No último item não foi considerado o tempo de devolução do documento

preenchido, pois, quando possível, o líder da célula retorna para o escritório com mais de um formulário e o cálculo por unidade poderia resultar em um valor superestimado para esse item.

No caso da depreciação, foi considerado o valor necessário para a aquisição dos *tablets*, ou seja, foi desconsiderada a quantia referente aos acessórios. Para o cálculo da alíquota de IR e CSLL, foi analisado o tipo empresa em que a MRS Logística se enquadra e a maneira como os resultados são declarados. Para o valor residual, foi realizada uma pesquisa referente ao valor do equipamento usado.

Após obter essas informações, portanto, foi possível calcular o retorno do investimento através do *software* Microsoft Office Excel. A análise foi realizada para a célula piloto, de recuperação de baterias, e para as áreas de recuperação de componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos. Ao final, para visualizar se o projeto seria viável para todo o setor, foi feito o cálculo do VPL, TIR e *payback*, considerando o somatório dessas três áreas que compõe o setor.

Vale ressaltar que a análise de viabilidade financeira foi realizada considerando dois cenários, um em que a área que recupera itens elétricos disponibiliza *tablets* por célula e um em que é fornecido um dispositivo portátil por empregado. Para as outras duas áreas, devido à característica do processo, esse cálculo considerou apenas a opção de um *tablet* por funcionário.

O detalhamento dessa etapa da pesquisa está disponível no Capítulo 7 – Análise de dados.

3.3 Tratamento dos dados

O tratamento de todos os dados, assim como a elaboração de gráficos e os cálculos estatísticos, foi realizado pela autora por meio do *software* Microsoft Office Excel, conforme detalhamento disponível no Quadro 18. Como o objetivo específico do trabalho contempla apresentar a inovação desenvolvida e testada, a maioria das informações coletadas para subsidiar o cálculo da economia gerada serão disponibilizadas apenas na visão macro, com o intuito de preservar os dados da empresa MRS Logísticas.

Quadro 18: Relação de empregados que responderam as entrevistas

Tipo de informação	Fonte	Detalhamento / tratamento dos dados
Relação de formulários (checklists)	Relatório do sistema de gestão de documentação	- Relatório permite segregar informações por: título do documento, tipo (POP, formulário), quantidade de impressões requisitadas por documento em determinado período de tempo, área.
Relação de POP's		
Relação de impressões requisitadas por documento		
Relação de documentos por setor		
Relação de impressões realizadas	Relatório de impressões da Diretoria de Engenharia e Manutenção	- Relatório permite segregar informações por: pessoa responsável pela impressão, quantidade de páginas impressas e título do documento. - O título dos documentos do Setor de Recuperação de Componentes possui um padrão que permite identificar a qual área pertence.
Custo da impressão	Fornecido pelo setor que gerencia o contrato	- Valores definidos em contrato e segregados em custo fixo e custo variável, sendo que o último se refere ao custo por folha impressa multiplicado pela quantidade de impressões. - Com a informação do custo por folha impressa e os valores obtidos nos relatórios de impressão, foi calculado o custo total por tipo de documento e por área.
Processo de recuperação de bateria chumbo-ácida	Pesquisa de campo realizada pela autora	- Tratamento dos dados relacionados ao tempo está disponível nos APÊNDICES I, II e III. - Demais informações estão detalhadas no Capítulo 5.
Processo de utilização de <i>checklist</i>		
Valor do homem-hora da MRS Logística	Fornecido pelo gestor do setor	- Custo do HH foi utilizado para o cálculo da economia gerada pela inovação, mas não será divulgado para preservar o sigilo desse dado da empresa.
Deslocamento dos empregados	Investigação documental realizada pela autora	- A medição da distância foi realizada conforme planta do galpão em que estão localizadas as oficinas de recuperação de componentes elétricos e mecânicos. - O objetivo dessa informação é quantificar o desperdício sem envolver informações como tempo de deslocamento e HH, para manter o sigilo do custo do HH da empresa.
Tempo de deslocamento, conferência e digitação	Pesquisa de campo realizada pela autora	- Como o objetivo desses tempos cronometrados é o de realizar o cálculo do HH total utilizado para essas atividades, cuja informação macro é utilizada na viabilidade financeira, os mesmos não serão divulgadas com o objetivo de preservar o sigilo do custo do HH da empresa.
Custo de aquisição de <i>tablet</i> e acessórios	Pesquisa realizada nos <i>websites</i> de três lojas	- Os orçamentos foram realizados em lojas já conceituadas no mercado <i>online</i> .

Fonte: Dados de pesquisa.

4 A EMPRESA: MRS LOGÍSTICA

4.1 História e atuação

A MRS Logística foi criada em 1996, quando os principais usuários da malha ferroviária brasileira para transporte de cargas se uniram para arrematar no leilão a concessão da Malha Sudeste (BUZELIN; COELHO; SETTINO, 2002). Dentre esses, podemos citar: Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Minerações Brasileiras Reunidas (MBR) e Usiminas. Essas organizações permanecem como os principais acionistas até os dias atuais, sendo que o novo quadro também possui uma participação relevante da Congonhas Minérios e da Vale, conforme divulgado pela área de governança corporativa no site da empresa.

A MRS Logística, portanto, é responsável pela operação de 1.643 km da malha ferroviária localizada nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. As principais cargas transportadas nesses trechos são: minérios, produtos siderúrgicos, cimento, bauxita, produtos agrícolas e *containers*. Atualmente conta com uma frota aproximada de 18 mil vagões e 800 locomotivas, segundo dados disponíveis no site da empresa.

Figura 7: Cobertura da malha ferroviária sob a concessão da MRS Logística



Fonte: www.mrs.com.br (2016).

São aproximadamente seis mil empregados divididos nas três regiões em que a empresa atua, sendo que Minas Gerais representa a maior porcentagem (55%). A grande maioria dos funcionários atua nos setores de operação de transportes ou manutenção de ativos (88%), de acordo com notícia divulgada pela MRS Logística (2016).

Além de indicadores para monitorar o andamento dos negócios, conceitos como segurança e responsabilidade social estão presentes no dia a dia da empresa.

4.2 Missão

“Oferecer transporte de carga com foco na ferrovia, priorizando fluxos que gerem escala e relações de longo prazo, a preços competitivos e com previsibilidade, para agregar valor crescente ao negócio.” (MRS LOGÍSTICA, 2016, *on-line*)

4.3 Visão

“Uma ferrovia sustentável, de classe mundial, com operação segura, clientes satisfeitos e colaboradores comprometidos e responsáveis.” (MRS LOGÍSTICA, 2016, *on-line*)

4.4 Valores

“Atitudes responsáveis; atendimento impecável das necessidades de nossos clientes, com eficiência de classe mundial; alto desempenho de nossas equipes, motivadas e comprometidas.” (MRS LOGÍSTICA, 2016, *on-line*)

4.5 Estrutura organizacional

Atualmente a MRS Logística conta com seis diretorias: “Operações, Engenharia e Manutenção, Comercial, Finanças e Desenvolvimento, Recursos Humanos e Relações Institucionais”. (MRS LOGÍSTICA, 2017, *on-line*)

A diretoria de Engenharia e Manutenção abrange a área de Recuperação de Componentes de Locomotivas, foco do presente trabalho. Esse setor é responsável por 690 componentes e seus subcomponentes, conforme relatórios internos de produção. Para atender a essa variedade de processos, a mesma se divide em quatro coordenações, que também se subdividem em diversas células e subprocessos.

Dentre as quatro coordenações, temos uma destinada à Manutenção Pesada de Locomotivas e outras três específicas para a recuperação de componentes, subdivididas nas especialidades Mecânica, Eletrônica e Elétrica. Para um melhor entendimento do trabalho, será detalhada apenas a última, local no qual os testes do projeto foram realizados.

4.6 O Setor de Recuperação de Componentes Elétricos

O setor de Recuperação de Componentes Elétricos é responsável por 160 componentes e seus subcomponentes, conforme relatório interno de produção. Dentre eles podemos citar bateria, motor de tração, alternador de tração, gerador de tração, bomba de transferência de combustível, relés, entre outros.

Essa diversidade de itens resulta em uma grande variedade de processos de recuperação. Para que os equipamentos sejam direcionados corretamente, a área é subdividida em células, responsáveis por etapas específicas. Além disso, cada componente possui um procedimento operacional padrão que explica o passo a passo de recuperação do mesmo.

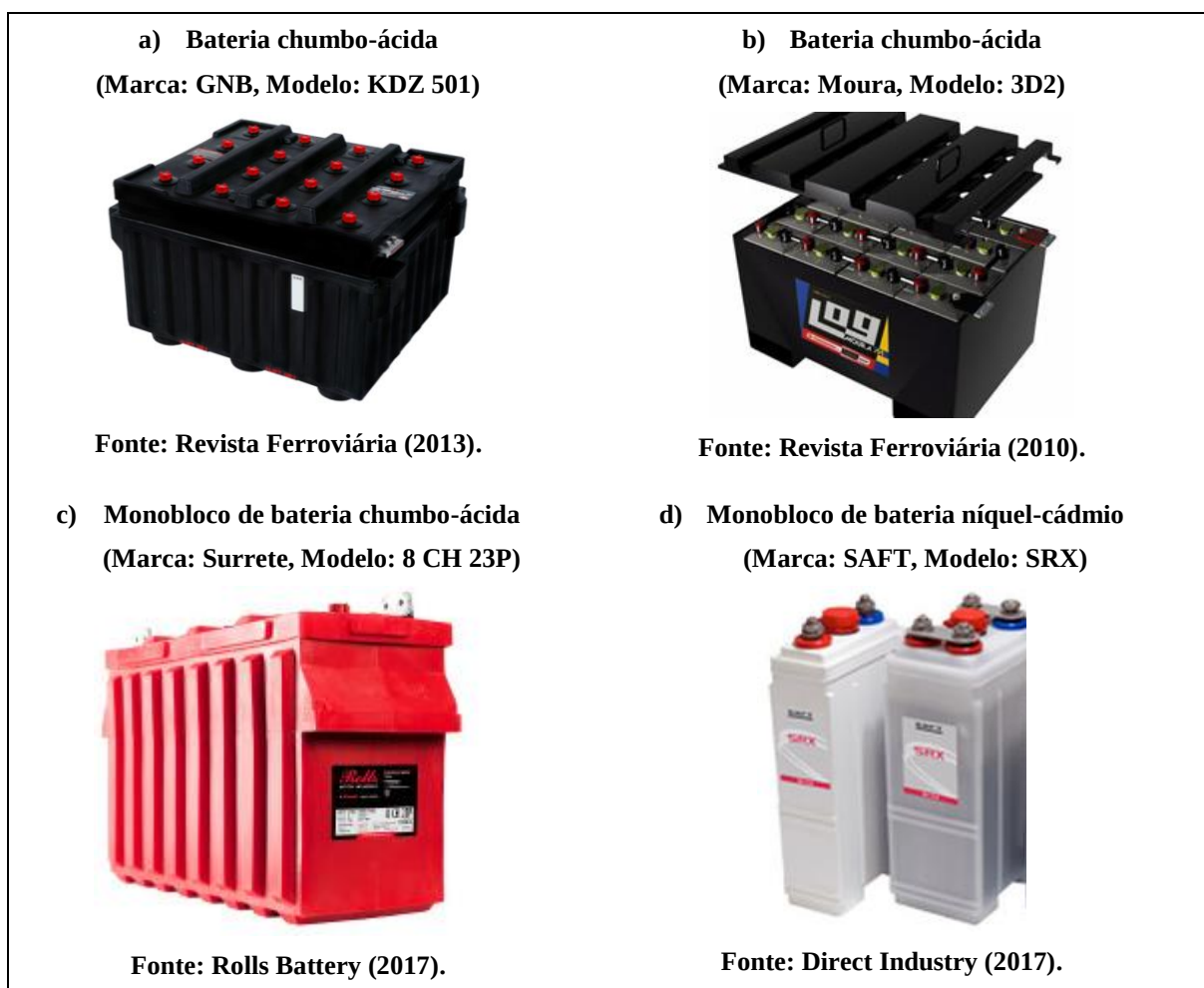
As células existentes na oficina de recuperação de componentes elétricos são: recebimento, desmontagem, limpeza, qualificação, teste elétrico, teste mecânico, reparação, montagem de motor de tração, montagem de gerador de tração, montagem de pequenos rotativos, estacionários, bateria e pintura. Vale ressaltar que nem todos os subcomponentes passam por todas as células.

4.7 A célula de recuperação de bateria

Os testes do presente trabalho foram realizados na célula de recuperação de bateria, definição realizada através da matriz de decisão, explicada no Capítulo 5. Conforme o próprio nome sinaliza, essa célula é responsável pela recuperação de apenas um tipo de componente: a bateria.

As baterias são utilizadas para dar a partida nas locomotivas a diesel, além de manter o funcionamento de diversos equipamentos de bordo. O principal modelo de bateria utilizado na MRS Logística é a chumbo-ácida, mas também existem outras em teste, como a alcalina e a níquel-cádmio. É possível visualizar alguns exemplos de baterias utilizadas em locomotivas a diesel nas Figuras 8a, 8b, 8c e 8d.

Figura 8: Exemplos de baterias utilizadas em locomotivas



A bateria chumbo-ácida é composta por placas de chumbo imersas em eletrólito, constituído por água e ácido sulfúrico (PROGRESSIVE DYNAMICS, 2017). Esses elementos são conectados de forma a produzir a quantidade de voltagem necessária para a locomotiva. Dependendo do modelo ou da marca, portanto, a bateria pode ser composta por uma quantidade maior ou menor de elementos. Na MRS Logística, por exemplo, existem baterias com 16 e com 4 elementos por monobloco.

O procedimento de recuperação de baterias na MRS Logística passa pelas etapas listadas seguir. Durante todo o processo são realizadas medidas da temperatura, tensão e densidade de cada elemento e todas as informações são registradas em formulário específico.

- i. Inspeção inicial: verificação visual da bateria e das medições especificadas no procedimento.

- ii. Carga inicial: carga externa fornecida na bateria durante período de horas estabelecido em procedimento. Durante essa etapa “o sulfato de chumbo e a água são eletroquimicamente convertidos em chumbo, óxido de chumbo e ácido sulfúrico por uma fonte de carga elétrica externa”. (ELECTROPAEDIA, 2017, *on-line*)
- iii. Equalização: aumento da tensão fornecida na bateria com o objetivo de reduzir a sulfatação na bateria, ou seja, a concentração de ácido no fundo da bateria e consequente acúmulo de sulfato de chumbo, o que reduz a vida útil da bateria. (PROGRESSIVE DYNAMICS, 2017)
- iv. Padronização: manter carga da bateria até a densidade de cada elemento se estabilizar. Nessa etapa pode ser adicionada água ou ser retirado eletrólito para se atender aos requisitos pré-estabelecidos em procedimento.
- v. Descarga: descarga da bateria durante período de horas estabelecido em procedimento. Durante essa etapa “o dióxido de chumbo (placa positiva) e o chumbo (placa negativa) reagem com o eletrólito do ácido sulfúrico para criar sulfato de chumbo, água e energia”. (ELECTROPAEDIA, 2017, *on-line*)
- vi. Carga final: processo semelhante à carga inicial.
- vii. Inspeção final: verificação visual da bateria e pintura.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Processo de registro da manutenção

Conforme relatório do sistema online de Gestão de Documentação Técnica, as áreas responsáveis pela manutenção dos ativos possuem aproximadamente 2.300 documentos, os quais precisam estar disponíveis em meio físico para os funcionários executarem as suas atividades diárias. Dentre esses, 57% precisam ser impressos sempre que determinado serviço é realizado, que é o caso dos formulários; e 43% são reimpressos apenas no caso de alteração do processo, que são os procedimentos. Em quantidade de folhas impressas, temos:

Tabela 1: Média da quantidade de folhas impressas pelas áreas de manutenção

Documento	Quantidade máxima em um dia	Média diária	Média mensal*	Quantidade Total 2016
Formulário	7.022	2.113	55.646	667.745
Procedimento	3.315	144	3.380	34.977

Fonte: Relatório de impressões da MRS Logística (Jan a Dez 2016).

*Para o cálculo da média mensal foram desconsiderados os meses de janeiro e fevereiro, devido à diferença de quantidade de folhas impressas em relação aos demais meses.

Vale ressaltar que a MRS Logística preza a melhoria contínua, o que implica em documentos sendo atualizados com uma periodicidade mínima de três anos, sendo muito recorrente alterações em tempos menores.

Quando analisamos a parte de registro de dados técnicos do setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas, existem 663 documentos, ou seja, 29% do portfólio da companhia. Essa documentação pode ser dividida em 61% de formulários e 39% de procedimentos, os quais representam 13% das impressões da diretoria (Tabela 3). As informações referentes às quantidades estão disponíveis na Tabela 2.

Tabela 2: Quantidade de folhas impressas pela área de Recuperação de Componentes de Locomotivas

Documento	Quantidade máxima em um dia	Média diária	Média mensal*	Quantidade total 2016
Formulário	2.279	416	7.316	87.795
Procedimento	434	44	388	4.657

Fonte: Relatório de impressões da MRS Logística (Jan a Dez 2016).

*Para o cálculo da média mensal foi desconsiderado o mês de agosto, devido à diferença de quantidade de folhas impressas em relação aos demais meses.

Tabela 3: Quantidade de folhas impressas em 2016

Documento	Diretoria de Engenharia e Manutenção	Recuperação de Componentes de Locomotivas	Representatividade: Componentes / Diretoria (%)
Formulário	666.745	87.795	13,15%
Procedimento	34.977	4.657	13,31%
Total	702.722	92.452	13,16%

Fonte: Relatório de impressões da MRS Logística (Jan a Dez 2016).

Além disso, quando pensamos em confiabilidade de componentes, é importante que todas as informações preenchidas nos formulários estejam disponíveis de uma maneira fácil e rápida para pesquisa e análise. No processo atual, para essa agilidade na consulta, é realizada a digitação dos dados técnicos após o término do preenchimento do formulário e, caso não ocorra, é necessário recorrer ao documento em meio físico.

Os recursos consumidos durante esse processo representam para o setor de recuperação de componentes de locomotivas R\$ 4,4 mil em impressões ao ano, conforme relatório interno, e, aproximadamente, R\$ 16,5 mil em homem-hora (HH), sendo que no último podemos considerar tanto o trabalho do digitador quanto o do funcionário responsável por conferir o preenchimento da documentação técnica antes de ser armazenada. Quando consideramos apenas as três áreas voltadas para componentes, ou seja, desconsiderando a Manutenção Pesada de Locomotivas, esses valores são de R\$ 3,5 mil e R\$ 12,9 mil, respectivamente.

5.2 Definições do projeto piloto

Conforme mencionado anteriormente, tanto a MRS Logística, quanto o setor de recuperação de componentes contemplam diversos processos e documentos. Para uma pesquisa mais aprofundada e um teste em menor escala da solução proposta, tornou-se importante definir uma unidade de análise, ou seja, escolher uma célula de trabalho que contemple atividades específicas.

A definição da área crítica foi realizada a partir da matriz de decisão detalhada na Tabela 4. Em seguida, foi utilizada a mesma ferramenta (Tabela 5) para definir a célula crítica, ou seja, aquela que servirá como base para análise e teste de todo o projeto.

De acordo com o conceito da ferramenta, foram definidos critérios para ser avaliados com notas entre 1 e 5, sendo 1 para os de menor relevância e 5 de maior, e não foram atribuídos pesos. Ao final do processo, os resultados obtidos foram validados com os *stakeholders*

envolvidos, ou seja, os gestores da área (gerente do setor de recuperação de componentes de locomotivas, coordenador da área de recuperação de componentes elétricos e líder da célula de bateria).

5.2.1 Definição da área crítica

Para a escolha da área, foram analisadas seis questões, conforme detalhadas a seguir:

- i. Facilidade de acesso - documentos digitais: os formulários e procedimentos disponíveis em meio digital são de fácil acesso?
- ii. Facilidade de acesso - documentos impressos: os formulários e procedimentos disponíveis em meio físico são de fácil acesso?
- iii. Quantidade de formulários: a área possui muitos formulários?
- iv. Páginas por formulários: os formulários da área possuem muitas páginas?
- v. Impacto de preenchimento indevido em auditoria: a área teve muita penalização em auditoria devido ao preenchimento indevido de documentação técnica?
- vi. Facilidade de intervenção no processo: a equipe é receptiva para novas ideias? Os testes resultariam em poucos impactos para produção?

Após a definição dos quesitos, um funcionário com visão global do setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas realizou a classificação de acordo com a escala da matriz de decisão. As notas para cada item foram somadas e o setor com maior valor foi escolhido para testar a utilização dos formulários digitais. É possível verificar na Tabela 4 que a área definida como crítica é a de Recuperação de Componentes Elétricos.

Tabela 4: Matriz de Decisão – Área Crítica

Item / Área	Componentes elétricos	Componentes mecânicos	Componentes eletrônicos	Manutenção locomotivas
Facilidade de acesso - documentos digitais	5	5	5	4
Facilidade de acesso - documentos impressos	5	5	5	5
Quantidade de formulários	5	4	1	2
Páginas por formulário	5	5	4	1
Impacto de preenchimento indevido em auditoria	5	4	1	5
Facilidade de intervenção no processo	5	5	4	1
Total	30	28	20	18

Fonte: Elaborada pela autora com dados fornecidos pelo funcionário com visão global do setor.

*As notas podem variar de 1 a 5 e foram fornecidas por um especialista do setor, sendo o total igual à soma dos valores de cada item por área. A área com maior pontuação foi definida como crítica.

5.2.2 *Definição da célula crítica*

Para a definição da célula crítica, foram analisados dez itens, conforme listado a seguir:

- i. Menor quantidade de componentes por célula: quanto menor a quantidade de componentes da célula em que se testará o projeto, menor o impacto de qualquer intervenção para a produção e, conseqüentemente, mais significativa é a célula para o projeto.
- ii. Maior quantidade de formulários por componente: quanto maior a quantidade de formulários por componente, maior o impacto do projeto piloto na eliminação de desperdícios e maior quantidade de dados para a análise dos resultados. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.
- iii. Páginas por formulário: quanto maior a quantidade de páginas por formulários, maior o impacto na eliminação de desperdícios. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.
- iv. Erros por formulário: quanto maior a quantidade de erros por formulário, maior o impacto na eliminação de desperdícios e maior quantidade de dados para a análise dos resultados. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.
- v. HH para preenchimento de formulário: quanto maior a quantidade de homem-hora utilizado para o preenchimento de formulário, maior o impacto na eliminação de desperdícios e maior quantidade de dados para a análise dos resultados. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.
- vi. HH para revisão de formulário: quanto maior a quantidade de homem-hora utilizado para a revisão de formulário, maior o impacto na eliminação de desperdícios. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.
- vii. Impacto de preenchimento indevido em auditoria: quanto maior o impacto dos erros no processo, os quais são identificados através de auditoria, maior o impacto na eliminação de desperdícios e no aumento da confiabilidade dos dados. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.
- viii. Criticidade do processo / componente / dado: quanto maior o impacto dos dados para o processo de rastreabilidade do componente, maior o impacto no aumento da confiabilidade dos dados e da agilidade em se acessar as informações. Portanto, mais significativa é a célula para o projeto.

- ix. Facilidade de intervenção no processo: quanto maior a facilidade de intervenção no processo, menor é o impacto de se realizar testes e projetos pilotos na célula e, consequentemente, mais significativa é a célula para o projeto.
- x. Interesse dos *Stakeholders* no projeto (gestores da área): quanto maior o interesse dos *stakeholders*, maior o suporte para a implementação do projeto e, consequentemente, mais significativa é a célula para o projeto.

Três funcionários com conhecimento macro da área de Recuperação de Componentes Elétricos de Locomotivas, sendo um com a visão de gestão e os demais com a de técnico, utilizaram a escala da matriz de decisão para classificar cada um dos dez itens (Tabelas 6, 7 e 8). A matriz de decisão resultante, representada pela Tabela 5, foi obtida através do cálculo da média das notas fornecida por cada um dos respondentes para cada quesito. Em seguida, as médias foram somadas e a célula com maior valor foi escolhida para realizar o teste com os formulários digitais. A Tabela 5, portanto, sinaliza que a célula crítica é a de baterias.

Para facilitar a visualização dos valores obtidos, as colunas foram alteradas para que a numeração total da Tabela 5 ficasse em ordem decrescente. Entretanto, durante o processo de coleta dos dados, a planilha utilizada seguia a sequência do processo real. Essa ordem foi definida com o intuito de evitar qualquer tendência na hora da classificação dos itens.

Vale ressaltar que algumas células foram analisadas em conjunto, como teste elétrico e mecânico, e montagem de gerador e motor de tração. Essa unificação foi realizada, pois as saídas resultantes desses processos são semelhantes: subcomponente testado e componente montado, respectivamente. Além disso, não foram inseridos na matriz os subprocessos que não utilizam formulários, como a lavagem e a pintura. Por fim, foram desconsiderados para o estudo os processos gerais, ou seja, aqueles pelos quais todos os itens precisam passar por, como o recebimento e a qualificação.

Tabela 5: Matriz de Decisão – Célula Crítica

Item / Célula	Bateria	Teste	Estacionários	Recuperação	Montagem Pequenos Rotativos	Montagem Motor e Gerador	Desmontagem
Menor quantidade de componentes por célula	4,7	1,3	2,0	1,3	1,3	1,0	1,0
Maior quantidade de formulários por componente	3,0	3,7	3,3	3,7	3,0	2,3	1,0
Páginas por formulário	4,7	3,0	2,0	3,3	2,0	2,7	1,0
Erros por formulário	4,7	1,3	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0
HH para preenchimento de formulário	4,7	3,7	3,0	2,7	2,0	2,3	1,0
HH para revisão de formulário	4,7	3,3	3,0	2,7	2,0	2,0	1,0
Impacto de preenchimento indevido em auditoria	5,0	2,3	3,0	3,0	3,0	2,3	1,0
Criticidade do processo / componente / dado	4,3	4,3	4,3	3,7	4,3	4,3	1,0
Facilidade de intervenção no processo	3,7	3,7	2,3	2,3	3,3	3,7	3,7
Interesse dos <i>Stakeholders</i> no projeto	4,3	4,3	3,7	3,7	4,3	3,7	2,3
Total	43,7	31,0	29,7	29,3	28,3	26,3	14,0

Fonte: Elaborada pela autora com dados fornecidos pelos três funcionários do setor de recuperação de componentes elétricos.

*Os valores para cada item/célula são iguais à média das notas fornecidas por três funcionários, sendo o total igual à soma dos números de cada item por célula. A célula com maior pontuação foi definida como crítica.

** *Stakeholders*: gestores da área (gerente do setor de recuperação de componentes de locomotivas, coordenador da área de recuperação de componentes elétricos e líder da célula de bateria).

Tabela 6: Matriz de Decisão – Célula Crítica – Opinião 1

Item / Célula	Bateria	Teste	Estacionários	Recuperação	Montagem Pequenos Rotativos	Montagem Motor e Gerador	Desmontagem
Menor quantidade de componentes por célula	4	2	4	2	2	1	1
Maior quantidade de formulários por componente	2	4	4	4	3	3	1
Páginas por formulário	5	2	3	2	3	3	1
Erros por formulário	5	2	5	4	5	4	1
HH para preenchimento de formulário	5	4	4	3	3	3	1
HH para revisão de formulário	5	3	4	2	3	3	1
Impacto de preenchimento indevido em auditoria	5	3	5	4	4	4	1
Criticidade do processo / componente / dado	5	5	5	3	5	5	1
Facilidade de intervenção no processo	3	4	3	3	4	4	5
Interesse dos <i>Stakeholders</i> no projeto	5	5	4	4	4	4	1
Total	44	34	41	31	36	34	14

Fonte: Elaborada pela autora com dados fornecidos pelo Funcionário 1 do setor de recuperação de componentes elétricos.

*As notas podem variar de 1 a 5 e foram fornecidas por um funcionário da área, sendo o total igual à soma dos valores de cada item por célula. A célula com maior pontuação foi definida como crítica.

** *Stakeholders*: gestores da área (gerente do setor de recuperação de componentes de locomotivas, coordenador da área de recuperação de componentes elétricos e líder da célula de bateria).

Tabela 7: Matriz de Decisão – Célula Crítica – Opinião 2

Item / Célula	Bateria	Teste	Estacionários	Recuperação	Montagem Pequenos Rotativos	Montagem Motor e Gerador	Desmontagem
Menor quantidade de componentes por célula	5	1	1	1	1	1	1
Maior quantidade de formulários por componente	2	2	1	2	1	1	1
Páginas por formulário	4	2	2	3	2	2	1
Erros por formulário	4	1	1	1	1	1	1
HH para preenchimento de formulário	4	3	2	2	2	2	1
HH para revisão de formulário	4	3	2	2	2	2	1
Impacto de preenchimento indevido em auditoria	5	2	2	1	2	2	1
Criticidade do processo / componente / dado	3	3	3	3	3	3	1
Facilidade de intervenção no processo	3	3	3	3	3	3	5
Interesse dos <i>Stakeholders</i> no projeto	5	3	3	2	5	5	5
Total	39	23	20	20	22	22	18

Fonte: Elaborada pela autora com dados fornecidos pelo Funcionário 2 do setor de recuperação de componentes elétricos.

* As notas podem variar de 1 a 5 e foram fornecidas por um funcionário da área, sendo o total igual à soma dos valores de cada item por célula. A célula com maior pontuação foi definida como crítica.

** *Stakeholders*: gestores da área (gerente do setor de recuperação de componentes de locomotivas, coordenador da área de recuperação de componentes elétricos e líder da célula de bateria).

Tabela 8: Matriz de Decisão – Célula Crítica – Opinião 3

Item / Área	Bateria	Teste	Estacionários	Recuperação	Montagem Pequenos Rotativos	Montagem Motor e Gerador	Desmontagem
Menor quantidade de componentes por célula	5	1	1	1	1	1	1
Maior quantidade de formulários por componente	5	5	5	5	5	3	1
Páginas por formulário	5	5	1	5	1	3	1
Erros por formulário	5	1	3	4	3	1	1
HH para preenchimento de formulário	5	4	3	3	1	2	1
HH para revisão de formulário	5	4	3	4	1	1	1
Impacto de preenchimento indevido em auditoria	5	2	2	4	3	1	1
Criticidade do processo / componente / dado	5	5	5	5	5	5	1
Facilidade de intervenção no processo	5	4	1	1	3	4	1
Interesse dos <i>Stakeholders</i> no projeto	3	5	4	5	4	2	1
Total	48	36	28	37	27	23	10

Fonte: Elaborada pela autora com dados fornecidos pelo Funcionário 3 do setor de recuperação de componentes elétricos.

*As notas variam de 1 a 5 e foram fornecidas por um funcionário da área, sendo o total igual à soma dos valores de cada item por célula. A célula com maior pontuação foi definida como crítica.

** *Stakeholders*: gestores da área (gerente do setor de recuperação de componentes de locomotivas, coordenador da área de recuperação de componentes elétricos e líder da célula de bateria).

5.3 Mapeamento do processo

Para um melhor entendimento do processo de recuperação de baterias e identificação das possíveis melhorias, realizou-se a análise de cada etapa e a representação gráfica através do Mapa de Fluxo de Valor (VSM) e do Fluxograma.

Para simplificar as informações no mapa, foram utilizadas siglas e símbolos para representar os dados. Os códigos usados no presente trabalho, assim como o *template* para criação do VSM, foram baseados nos documentos disponíveis no site da organização Lean Enterprise Institute (2017). No Quadro 19 é possível visualizar a relação dos termos usados para representar os dados coletados e no Quadro 20 estão disponíveis os significados das imagens.

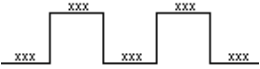
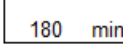
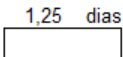
Vale ressaltar que, dependendo do processo a ser mapeado, informações podem ser inseridas, modificadas ou excluídas, como é o caso da sigla “DT”, criada exclusivamente para o mapeamento em questão. Também houve uma adaptação do item “UP”, que representou o tempo real ao invés de porcentagem, e a criação da figura para sinalizar a utilização de *checklists*.

Quadro 19: Dados para construir o VSM

Sigla	Inglês	Português	Significado
CT	Cycle time	Tempo de Ciclo	Tempo para produzir uma parte, ou seja, tempo anterior à repetição de determinada operação.
Y	Yield	Produção	Porcentagem de partes que foram aprovadas na inspeção de qualidade.
UP	Up time	Tempo de espera para máquinas	Tempo de funcionamento de máquinas e equipamentos.
I	Inventory	Estoque	Quantidade de peças em estoque antes e após um processo.
WT	Waiting time	Tempo de espera	Tempo em que o operador está aguardando algo para realizar a atividade (insumo, ferramenta, entre outros).
DT	Documentation time	Tempo de documentação	Tempo utilizado para impressão, preenchimento e conferência de <i>checklist</i> .

Fonte: Adaptado de Lean Enterprise Institute (online).

Quadro 20: Símbolos para construir o VSM

Símbolo	Significado
	Processo
	Fluxo de informação
	Fornecedor ou cliente
	Transporte / carregamento
	Movimentação externa
	Quantidade de pessoas executando a atividade
	Fluxo entre processos, caminho percorrido pelo componente para completar o macroprocesso.
	Fila
	Estoque
	Utilização de <i>checklist</i> no processo
	Linha do tempo do processo
	Lead time (tempo de produção da etapa do processo, considerando apenas uma parte)
	Tempo de processamento (tempo de produção da etapa do processo, considerando o lote)

Fonte: Adaptado de Lean Enterprise Institute (*online*).

O VSM foi elaborado através da leitura do procedimento operacional padrão, da observação das atividades e do estudo de tempos, sendo que o último não possui representatividade estatística para o trabalho em questão. Também foi utilizado o banco de dados histórico para o cálculo da porcentagem de itens sucateados. Ao final da coleta de informações, o mapa foi validado com o líder do processo e os devidos ajustes foram realizados.

O estudo dos tempos pode ser dividido em duas partes: verificação dos *checklists* e cronoanálise:

a) Verificação de *checklists*

Essa etapa foi utilizada para aqueles itens em que o formulário possui os dados de data e horário de início de cada atividade, o que permite o cálculo do tempo consumido em cada

ação realizada ao longo da manutenção do componente. São eles: carga inicial, equalização, padronização, descarga e carga final.

Foram analisados todos os documentos preenchidos entre os meses de julho e outubro de 2016, sendo que foram retirados do cálculo aqueles que não realizaram alguma das marcoatividades pré-estabelecidas no procedimento padrão. Além disso, como a recuperação é feita em dois jogos de bateria simultaneamente, foi considerado apenas um dos *checklists* que tiveram início no mesmo momento, pois ambos possuem tempos de manutenção semelhantes.

Após a digitação das informações dos formulários em uma planilha do Microsoft Office Excel, foram utilizadas fórmulas específicas para verificar a variabilidade dos dados, conforme Quadro 21:

Quadro 21: Análise estatística dos formulários

Análise estatística	Fórmula	Definição do Excel
Média	= média (núm1; núm2;...)	Retorna a média aritmética dos argumentos.
Desvio padrão	= desvpad (núm1; núm2;...)	Calcula o desvio padrão a partir de uma amostra
Variância	= var (núm1; núm2;...)	Estima a variância com base em uma amostra.
Coeficiente de variação	= média (núm1; núm2;...) / desvpad (núm1; núm2;...)	Não aplicável.

Fonte: Adaptado de Microsoft Office Excel (sem data).

A média aritmética dos tempos de cada etapa foi utilizada para completar os dados do VSM. O desvio padrão, variância e coeficiente de variação foram analisados para verificar a existência de dados fora do padrão, o que resulta em um impacto no valor obtido da média. Também foram utilizados gráficos para auxiliar na decisão de não incluir alguma medida no cálculo da média. Foram identificados sete tempos que, ao serem retirados, reduziram a variabilidade dos valores dos dados estatísticos analisados. O detalhamento desse estudo pode ser visualizado no APÊNDICE I.

Após esse cálculo, os valores referentes à carga e descarga foram inseridos no campo “UT” do VSM, com o objetivo de representar o tempo em que o processo ocorre sem a necessidade de um funcionário estar realizando alguma atividade no componente. A média do tempo de espera entre as etapas foi inserida no item “WT”, o que significa que nenhuma ação estava

acontecendo no período identificado. A soma desses dois números representa o tempo de ciclo do processo, que está descrito em “CT”. Essas informações podem ser verificadas no mapa representado pelas Figuras 9 e 10.

Vale ressaltar que, como o preenchimento de documentação dessas atividades ocorre durante os processos de carga e descarga, o cálculo do tempo de ciclo (CT) não considera os valores dessa tarefa (DT), pois a mesma já está inclusa no campo “UT” e sua soma representaria uma duplicidade da informação.

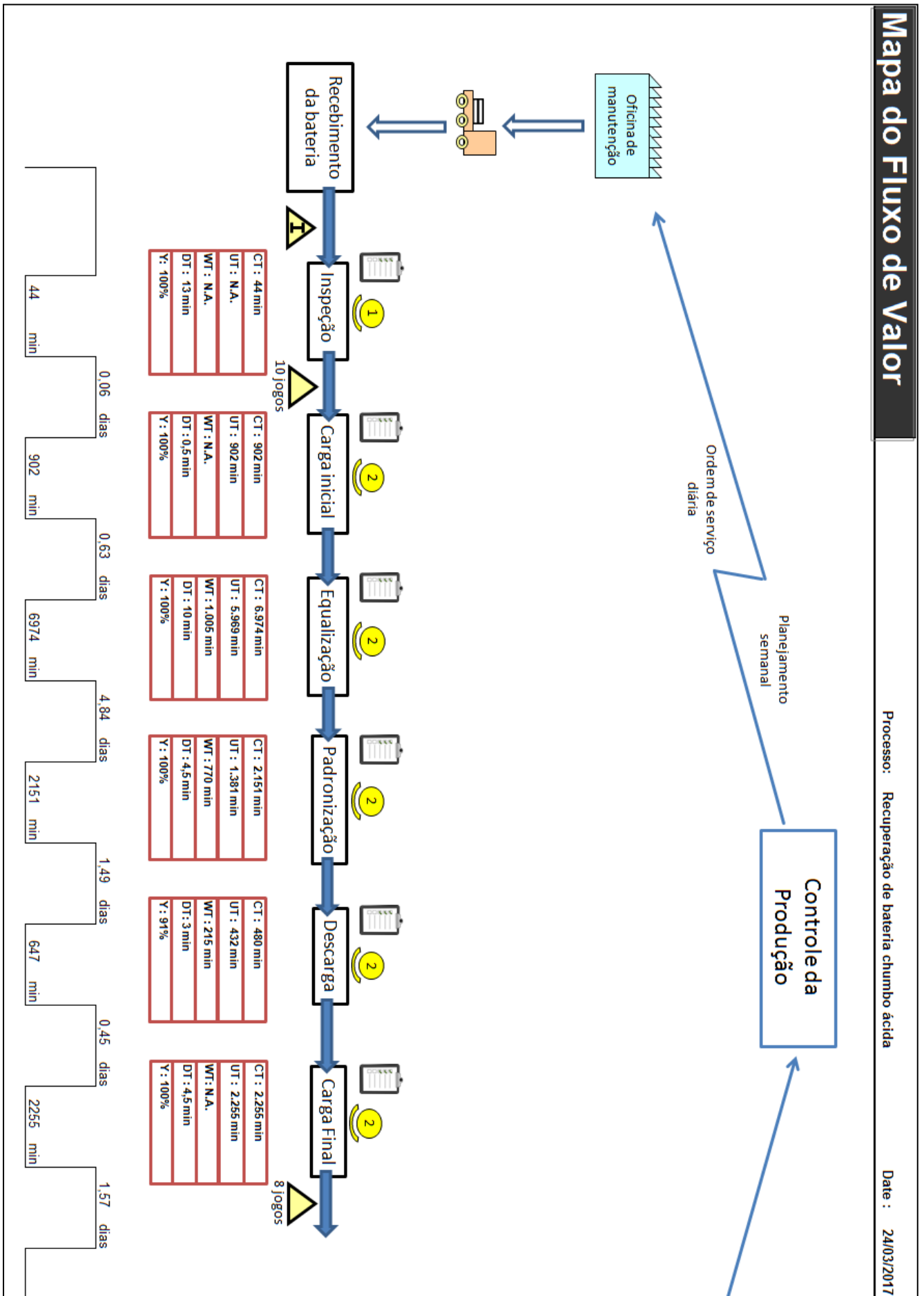
b) Cronoanálise

Como nem todas as etapas possuem início e término sinalizados no formulário, foi necessário acompanhar e medir o tempo do funcionário realizando tais atividades: inspeção, limpeza, teste final, pintura e embalagem. Como essas tarefas não envolvem um tempo de funcionamento de equipamento, os dados foram inseridos direto no campo “CT”, sendo que o valor foi acrescido do tempo de preenchimento de documentação, cuja medição foi realizada para todas as tarefas e a média foi disponibilizada no item “DT”.

Antes de iniciar as cronoanálises, os objetivos da observação e do projeto foram explicados às pessoas que realizariam as tarefas. Esse esclarecimento é muito importante para que os funcionários conheçam o motivo de ter alguém acompanhando as suas ações e para evitar que os mesmos realizem a recuperação das baterias em uma velocidade diferente do que acontece no dia a dia. Com isso, os dados obtidos se aproximam da realidade, além de permitir que a equipe comece a ter um contato com o projeto e se sinta parte do processo de desenvolvimento, o que terá um impacto positivo nos testes e na própria implementação da solução proposta.

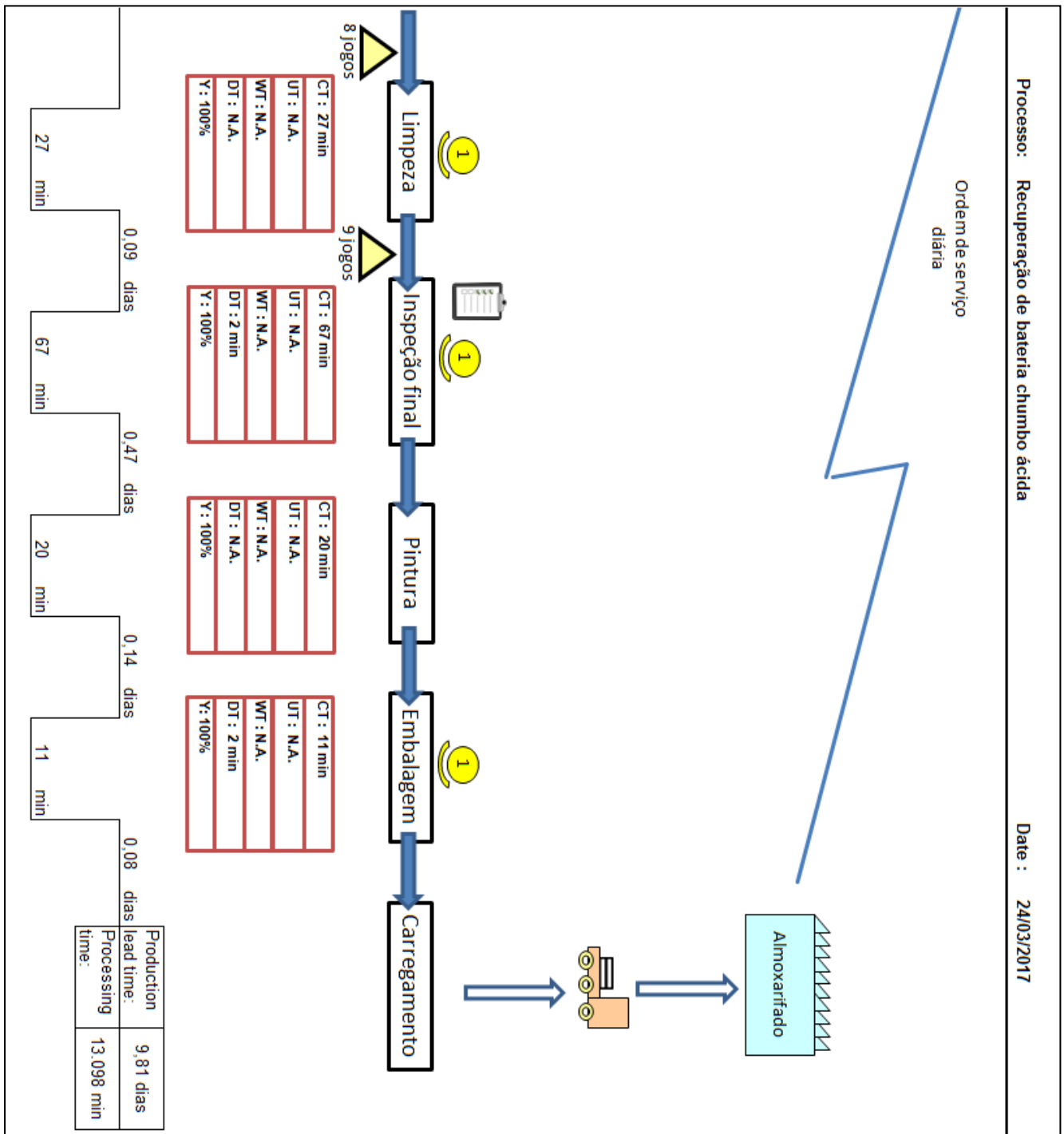
Foram 24 cronoanálises que contemplaram nove funcionários. Assim como no item anterior, calculou-se a média dos tempos, o desvio padrão, a variância e coeficiente de variação, o que pode ser verificado no APÊNDICE II. Os dados finais podem ser visualizados nas Figuras 9 e 10.

Figura 1: Mapa do Fluxo de Valor - Recuperação de bateria chumbo-ácida (parte 1)



Fonte: Elaborada pela autora com dados da observação do processo e da cronoanálise.

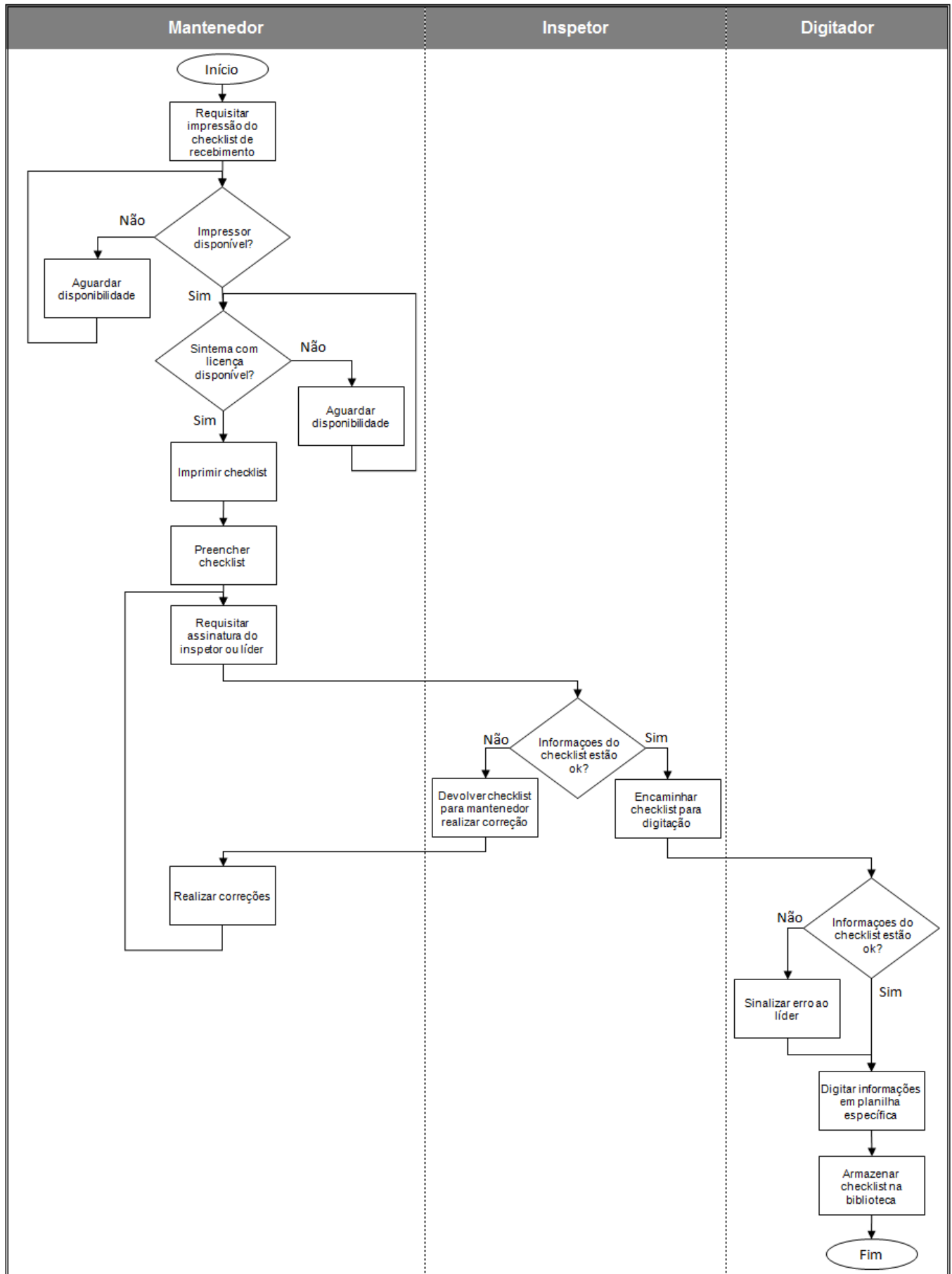
Figura 2: Mapa do Fluxo de Valor - Recuperação de bateria chumbo-ácida (parte 2)



Fonte: Elaborada pela autora com dados da observação do processo e da cronoanálise.

A segunda ferramenta, o fluxograma, teve como objetivo representar o subprocesso de utilização de *checklist*, o que envolve desde a impressão do documento até o armazenamento do formulário devidamente preenchido. Semelhante à elaboração do mapa anterior, a coleta da informação ocorreu através do acompanhamento e da medição do tempo inicial e final das atividades e da validação com o líder da área. O resultado desse mapeamento está disponível Figura 11.

Figura 11: Processo de Utilização de Checklist



Fonte: Elaborada pela autora com dados da observação do processo.

5.4 Identificação de desperdícios

O mapeamento do processo e o acompanhamento das atividades sendo realizadas permitiram a identificação de alguns desperdícios. São eles:

- i. Superprodução – impressão de *checklist* em maior quantidade do que o necessário:
 - A célula de bateria trabalha em horário estendido em relação ao restante da oficina, com isso, para evitar que o processo seja paralisado por falta de documentação, são impressos previamente vários formulários;
 - Caso determinado *checklist* seja atualizado no sistema antes de ser utilizado na área, o mesmo deverá ser descartado e a nova versão deverá ser impressa e disponibilizada para a célula.
- ii. Tempo de espera – sistema indisponível ou funcionário com acesso à impressão não disponível para a atividade:
 - O sistema pode ficar indisponível por falta de energia, rede ou de licença de acesso, sendo o último caso o mais recorrente. Nessa situação, é necessário aguardar a liberação da licença ou requisitar para a área responsável pelo sistema uma versão em PDF do arquivo para realizar a impressão. Durante esse processo, caso não tenha estoque de *checklist*, a produção poderá ser prejudicada;
 - Apenas alguns empregados possuem acesso à impressão de documentos. Muitas vezes é necessário aguardar que o mesmo esteja disponível para realizar a atividade. Durante esse processo, caso não tenha estoque de *checklist*, a produção poderá ser prejudicada.
- iii. Transporte:
 - Movimentação de papel: o formulário é impresso no escritório, levado para a célula que irá utilizá-lo e, após o preenchimento, devolvido ao escritório, por fim, é armazenado na biblioteca;
 - Movimentação de informação do meio físico para o virtual.
- iv. Processo – atividades que não agregam valor e tarefas manuais que podem ser substituídas por processamento digital:
 - Conferência de todos os dados por alguém habilitado;
 - Necessidade de reescrever algumas informações no mesmo *checklist*;

- Digitação dos dados coletados durante o processo de manutenção, para possibilitar um acesso mais rápido à informação;
 - Verificar se as informações coletadas estão dentro dos parâmetros estabelecidos pelo manual do fabricante ou em procedimentos;
 - Realizar a conversão de medidas para conferir resultados com parâmetros estabelecidos pelo manual do fabricante ou em procedimentos.
- v. Estoque – armazenamento de formulários em branco na célula e de *checklists* preenchidos em local apropriado:
- Espaço físico para armazenamento dos formulários em branco até o momento em que serão utilizados;
 - Espaço físico para armazenamento da documentação técnica utilizada durante a manutenção por período determinado em procedimento. Esse tempo varia de acordo com o tipo de *checklist*, sendo o menor prazo o de um ano;
- vi. Movimento:
- Necessidade de buscar o *checklist* no escritório.
- vii. Defeitos:
- Utilização de formulário desatualizado: poderá resultar em retrabalho ao final do processo ou em penalização na auditoria, caso não seja identificado pelos responsáveis pela conferência final;
 - Informações erradas, ilegíveis ou rasuras em excesso: podem resultar na reimpressão do *checklist* para que os dados sejam reescritos e, em casos extremos, pode ser necessário refazer alguns testes ou a própria atividade de manutenção;
 - Rasuras e correções: em torno de 76% dos documentos da célula crítica são armazenados com algum tipo de rasura, conforme dados coletados de 513 formulários de recebimento e de recuperação de bateria, no período de agosto a dezembro de 2016.
- viii. Talento Humano:
- Utilização de recursos humanos em atividades que não agregam valor, como conferência e digitação. Essas pessoas podem desempenhar atividades de manutenção, análise de falhas, projetos e melhoria contínua, ou seja, tarefas que agregam valor.

5.5 Solução identificada

As informações apresentadas sobre o processo de registro de dados da manutenção de locomotivas e da recuperação de componentes tiveram como objetivo mostrar a importância dos dados obtidos durante os processos e a quantidade de recurso dedicado para a garantia da qualidade e do acesso aos mesmos. Entretanto, sabemos que os recursos não são infinitos e que, para uma empresa ser competitiva, eles devem ser utilizados no momento e na quantidade correta.

Usando esse raciocínio de otimização, muito divulgado pelo Sistema Toyota de Produção, o projeto em questão buscou uma alternativa que garantisse uma maior sustentabilidade do processo. A solução proposta, portanto, se desenvolveu através da redução ou eliminação dos desperdícios identificados.

Dentre as opções analisadas, disponíveis no Quadro 22, é possível verificar que podemos disponibilizar para o funcionário responsável pela manutenção os insumos necessários para que acesse e imprima o *checklist* diretamente do sistema, no momento em que será utilizado. Entretanto, essa ação envolve a aquisição de, por exemplo, computador, impressora e licença para o software de gestão de documentação. Além disso, essa ideia ainda não evitará os defeitos de preenchimento e digitação ou o tempo de espera para acesso ao formulário.

A outra opção, que resultaria em impacto positivo em todos os desperdícios sinalizados, é a do formulário virtual, ou seja, uma plataforma online que disponibilizará o arquivo na versão mais atualizada e no momento em que o funcionário precisará dele. Esse documento será preenchido durante a atividade, através de um dispositivo móvel (exemplo: *tablet*, celular). Além disso, por ser um registro digital, o mesmo poderá utilizar a tecnologia para realizar as conferências simultâneas, ou seja, evitar que o mantenedor passe para etapa seguinte com algum erro ou dado fora do parâmetro pré-estabelecido. Por fim, como os dados já estarão armazenados em meio virtual, não será necessária a etapa de digitação, o que permitirá um acesso mais rápido e mais confiável à informação.

Além do benefício relacionado à informação, essa solução também reduz a movimentação do funcionário, como a busca e devolução do *checklists* no escritório, elimina a obrigatoriedade de realizar a impressão dos formulários e, conseqüentemente, reduz o espaço físico necessário para armazenagem de documentação.

Quadro 22: Desperdícios e soluções para reduzi-los

Desperdício	Como evitar?	Opções
Superprodução	Disponibilizar o <i>checklist</i> apenas no momento em que será utilizado.	i. <i>Checklist</i> virtual; ii. Impressora disponível na área de manutenção.
Tempo de espera	Permitir que o funcionário responsável pela manutenção tenha acesso direto ao <i>checklist</i> .	i. <i>Checklist</i> virtual; ii. Aquisição de licença para os funcionários da manutenção.
Transporte	Permitir que o funcionário tenha acesso ao <i>checklist</i> na célula de trabalho e que realize o armazenamento do mesmo no local de trabalho.	i. <i>Checklist</i> virtual; ii. Impressora disponível na área de manutenção.
Processo	Realizar o armazenamento de dados em local que a verificação dos erros seja automática e que não seja necessário transcrever as informações para outro local.	i. <i>Checklist</i> virtual.
Estoque	Permitir que o funcionário tenha acesso ao <i>checklist</i> na célula de trabalho.	i. <i>Checklist</i> virtual; ii. Impressora disponível na área de manutenção.
Movimento	Permitir que o funcionário tenha acesso ao <i>checklist</i> na célula de trabalho.	i. <i>Checklist</i> virtual; ii. Impressora disponível na área de manutenção.
Defeitos	Disponibilizar o <i>checklist</i> apenas no momento em que será utilizado. Realizar o armazenamento de dados em local que a verificação dos erros seja automática e que não seja necessário transcrever as informações para outro local.	i. <i>Checklist</i> virtual.
Talento Humano	Substituir tarefas de conferência e de digitação por atividades de manutenção, análise de falhas, projetos e melhoria contínua.	i. <i>Checklist</i> virtual.

Fonte: Elaborada pela autora.

6 TESTES REALIZADOS

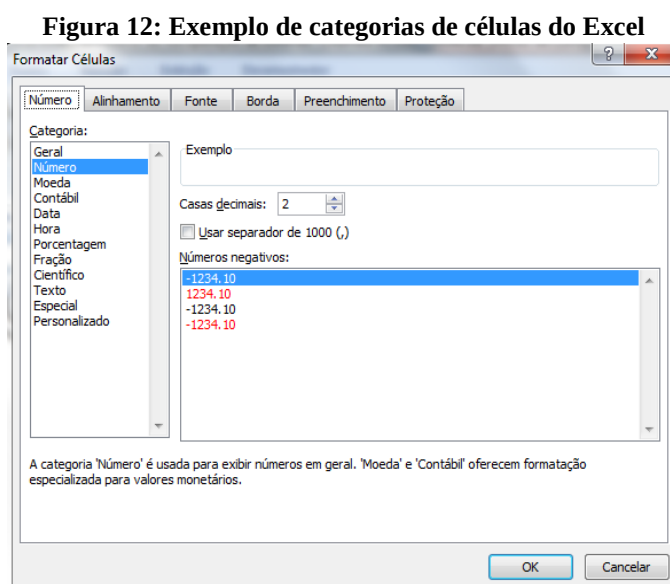
Para testar a solução proposta foi escolhido o formulário de maior rotatividade na célula de baterias e que apresentava a maior quantidade de campos para preenchimento, o *checklist* de recuperação de bateria chumbo-ácida.

A leitura do procedimento, a análise de um *checklist* preenchido e as entrevistas com os funcionários auxiliaram a parametrizar um arquivo em Excel que permitisse o preenchimento digital dos dados da manutenção, considerando as regras e limites estabelecidos para o processo. Esses parâmetros tiveram como objetivo facilitar alguns cálculos e análises de dados que devem ser realizados ao longo da recuperação da bateria.

As funções inseridas na planilha foram explicadas aos mantenedores da célula. Além disso, eles também informaram algumas sinalizações que ajudariam nas atividades realizadas. Iniciou-se, então, um pré-teste para verificar se existia algum erro no arquivo ou oportunidade de melhoria. Após os devidos ajustes, teve início o teste, momento em que foram coletadas informações como dificuldades, tempo de preenchimento e opinião dos funcionários, para avaliar a eficiência do *checklist* digital.

6.1 Adaptação do formulário físico para o digital

Inicialmente foram inseridas formatações sobre a categoria da informação que seria digitada em cada campo, sendo elas: número, data, hora e texto (exemplo: Figura 12).



Fonte: Microsoft Office Excel (sem data).

Em seguida, foram criadas regras específicas para o formato de cada campo, conforme Quadro 23. Também é possível verificar um exemplo da escolha da regra na Figura 12.

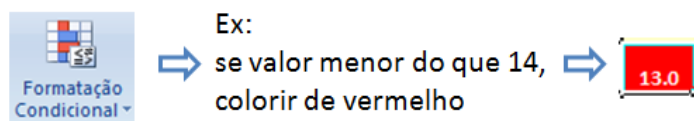
Quadro 23: Formatação utilizada por campo do formulário

Campo	Formatação	Regra	Exemplo
Temperatura	Número	Número inteiro	27
Tensão	Número	Duas casas decimais	38,76
Corrente	Número	Uma casa decimal	14,6
Hora	Hora	Hora : Minuto (hh:mm)	10:30
Data	Data	Dia / Mês (dd/mm)	01/01

Fonte: Elaborada pela autora.

Por fim, foram inseridas formatações condicionais em algumas células, com o intuito de sinalizar quando algum dado está divergente do padrão descrito no procedimento, colorindo o campo de vermelho (exemplo: Figura 13).

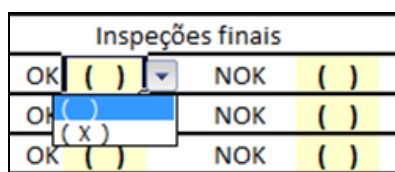
Figura 13: Exemplo de formatação condicional no Excel



Fonte: Adaptado de Microsoft Office Excel (sem data).

Também foram inseridos alguns campos selecionáveis, com a opção para inserir um “X” no espaço na opção desejada (Figura 14).

Figura 14: Exemplo de campo selecionável no Excel



Fonte: Adaptado de Microsoft Office Excel (sem data).

6.2 Pré-teste: verificação das funções do *checklist* digital

Como o processo de recuperação de bateria é longo e envolve várias medições em uma mesma etapa, foi considerado para o pré-teste o preenchimento de uma coluna do formulário, ou seja, uma medição dos parâmetros de temperatura e densidade de cada um dos dezesseis elementos. Foram analisadas dez medidas, realizadas por dois mantenedores durante o processo de recuperação de bateria, ou seja, o pré-teste ocorreu no ambiente real. Foi utilizado um *laptop* para essa atividade.

Durante esse processo foram identificadas algumas divergências (Quadro 24) e melhorias (Quadro 25), as quais foram ajustadas conforme sinalizado.

Quadro 24: Divergências identificadas no *checklist* digital

Formulário Físico	Formulário Digital	Problema gerado	Ajuste realizado
Utilização de ponto para separar decimal	Utilização de vírgula para separar decimal	O Excel não compreendia o valor decimal digitado	Alteração da configuração do Excel para utilizar o ponto como separador.
Não há risco de escrever por engano um número a mais	Digitação duplicada de um número da densidade (exemplo: 11240 ao invés de 1240)	Informação errada no <i>checklist</i> , penalização na auditoria.	Travar campo para aceitar apenas a quantidade de dígitos padrão (ex: para densidade 4 dígitos).

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 25: Melhorias identificadas no *checklist* digital

Melhoria	Ajuste realizado
Sinalização no <i>checklist</i> da hora prevista para realizar a medição, conforme descreve o procedimento.	Utilização de fórmula para somar o horário da última intervenção ao tempo entre os processos.
Sinalização no <i>checklist</i> o valor mínimo aceito para a densidade durante o processo de padronização.	Utilização da formatação condicional para colorir de vermelho a célula com valor de densidade menor que o mínimo estabelecido no procedimento.
Sinalização no <i>checklist</i> da comparação de três valores de densidades consecutivos, conforme descrito no procedimento.	Utilização da formatação condicional para colorir de verde a célula caso a comparação com as duas medições anteriores esteja de acordo com a faixa de valor estabelecida no procedimento.

Fonte: Dados da pesquisa.

6.3 Teste Inicial: apresentação do *checklist* digital

Os testes iniciais representam o primeiro contato oficial dos funcionários da célula de recuperação de bateria com o *checklist* digital. Como a equipe foi apresentada ao projeto durante a etapa de cronoanálise, nesse momento foi realizado apenas a explicação sobre as funções inseridas no formulário e qual o tipo de sinalização que o programa forneceria, no caso de um dado errado ou fora do padrão estabelecido no procedimento.

Em seguida, foi requisitado que o funcionário realizasse a digitação do documento com base nos dados de um *checklist* impresso, ou seja, uma recuperação já realizada. Como o formulário possui muitas etapas repetitivas, optou-se pelo preenchimento de algumas colunas específicas.

Esses testes foram realizados individualmente e foi utilizado um *laptop* para a atividade, a qual foi desenvolvida em um escritório. Além de responder às dúvidas do mantenedor, foram

observadas as dificuldades durante o processo de digitação e, ao término, foram feitas as seguintes perguntas:

- i. O que você achou do *checklist* digital?
- ii. Você acha que ele ira ajudá-lo em seu trabalho?
- iii. Você sentiu alguma dificuldade durante a digitação?
- iv. Você tem alguma sugestão de melhoria?

Um resumo dos principais pontos informados nas três primeiras perguntas está descrito no item 7.5 Validação do *checklist* digital pelos envolvidos com o processo. As melhorias sugeridas a partir da última pergunta foram descritas no Quadro 25, disponível na seção 6.2 Pré-teste: verificação das funções do *checklist* digital.

6.4 Teste Final: simulação do preenchimento do *checklist* digital

O teste final teve como objetivo realizar o preenchimento completo do *checklist* digital no ambiente de trabalho, ou seja, na célula piloto. Considerando que o processo de recuperação de baterias é longo, devido às etapas de carga e descarga, foram realizadas quatro simulações de digitação com o intuito de observar a atividade por completo. Para tal, utilizou-se um formulário já preenchido, no qual o empregado digitou no documento virtual os dados disponíveis na versão impressa.

Os funcionários foram selecionados aleatoriamente, de acordo com a disponibilidade da célula. Os tempos de digitação foram cronometrados e, assim como no teste inicial, foram observadas as dificuldades durante a atividade.

Essa simulação também foi realizada considerando uma pessoa que já tivesse familiaridade com dispositivos móveis, que realizou a escrita e a digitação de oito formulários. Os estudos dos resultados referentes às duas etapas do teste final estão disponíveis no Capítulo 7 - Análise de dados.

7 ANÁLISE DE DADOS

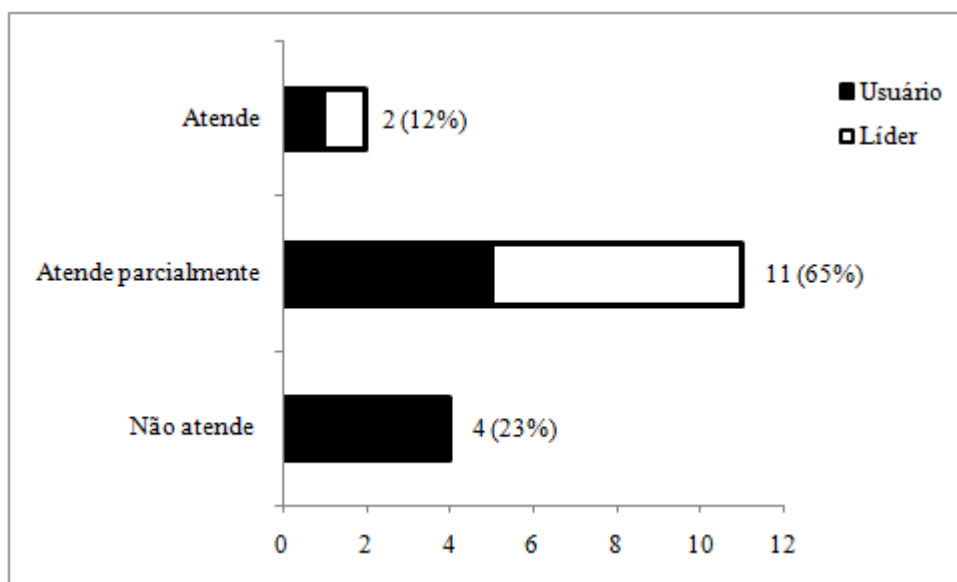
7.1 Redesenho do processo

A implementação do *checklist* digital resultará na eliminação de atividades que envolvem requisição, impressão, conferência e digitação dos dados preenchidos. Com o objetivo de visualizar essas alterações e, consequentemente, as melhorias, foi realizado o redesenho do processo.

Os maiores ganhos com o formulário virtual estão na retirada das etapas de “aguardar disponibilidade”, que se enquadra no desperdício classificado como tempo de espera, e de “conferência”, “correções” e “digitação”, que podem ser definidas como retrabalho.

A primeira melhoria está diretamente relacionada ao sistema de gestão de documentação. Segundo 65% dos entrevistados, esse *software* precisa de aprimoramentos, ou seja, a maioria dos usuários e líderes considera que ele atende parcialmente às necessidades da área. 23% consideram que não atende e apenas 12% sinalizaram que atende (Figura 15).

Figura 15: Opinião sobre o sistema de gestão de documentações atual



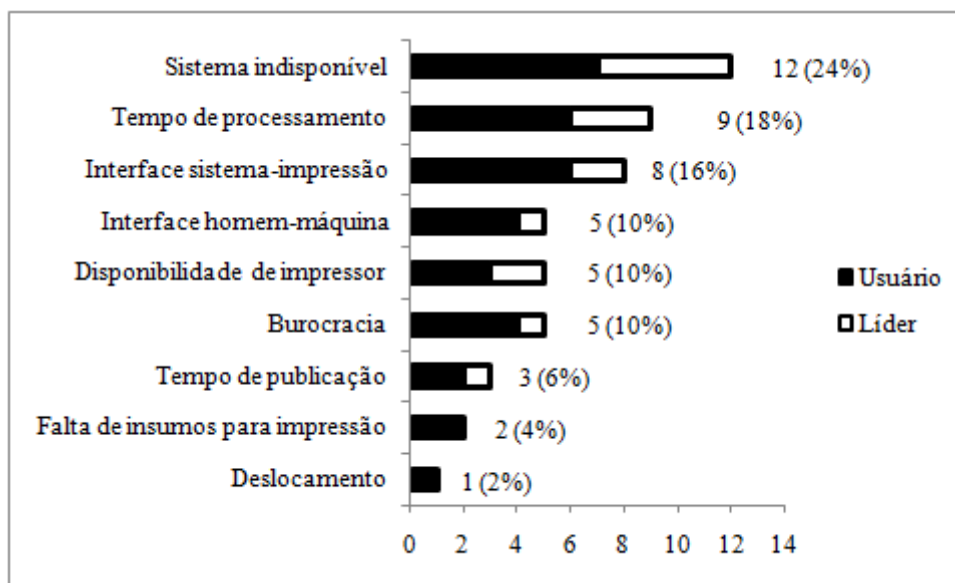
Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

* Atende parcialmente: foi sinalizado algum tipo de problema ou melhoria.

Para aprofundar no assunto e aumentar a compreensão sobre esse nível de atendimento, foi questionado aos respondentes quais eram os problemas mais frequentes. As respostas permitiram identificar que o maior impacto está diretamente relacionado ao desperdício de

tempo de espera (Figura 16). Apenas uma pessoa sinalizou a questão de movimentação para buscar as impressões, algo que envolve o processo com um todo e se relaciona de maneira indireta ao sistema.

Figura 16: Itens a melhorar no atual sistema de gestão de documentações



Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

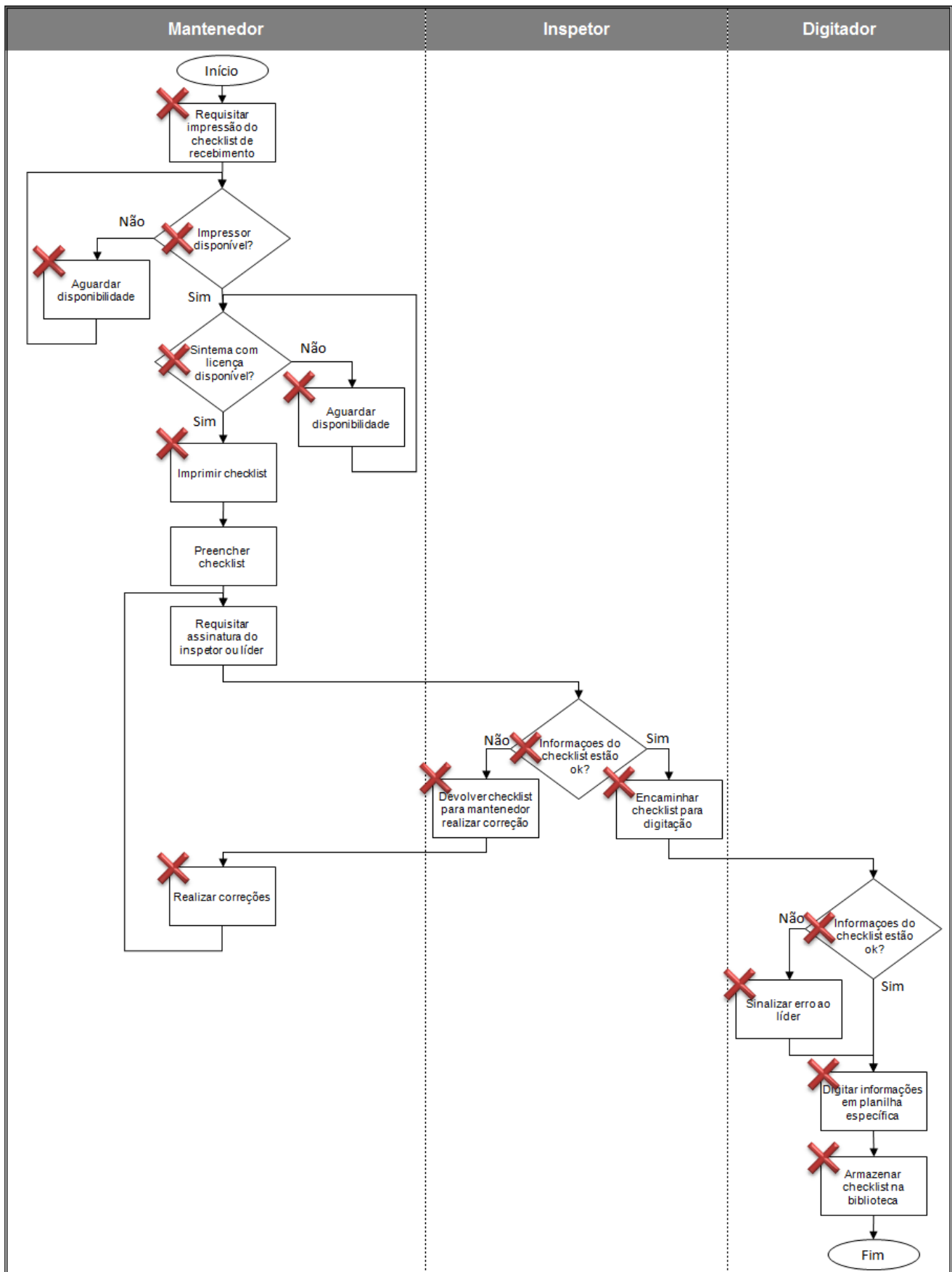
* Uma entrevista pode sinalizar mais de um critério.

A segunda melhoria, referente aos itens classificados como retrabalho, envolve os bloqueios criados pelo sistema, os quais representam uma evolução na redução de defeitos e na garantia da confiabilidade e qualidade dos dados de manutenção. Essas restrições no momento do registro da informação não ocorrem no formulário impresso, o que pode resultar em uma maior quantidade de erros, conforme sinalizado na entrevista com o Usuário 10, “na mão você escreve muita coisa, você erra demais, você volta conferindo e não consegue ver”, e pelo Usuário 8, “hoje a gente confere, é muito número, se não prestar atenção erra”.

Essas alterações no processo irão “diminuir a vinda dos meninos na sala” e “eliminar o tempo de perda da impressão”, de acordo com os Usuários 4 e 5, respectivamente. Como consequência, “o mantenedor vai ficar focado em somente realizar a atividade”, conforme pontua o Líder 2.

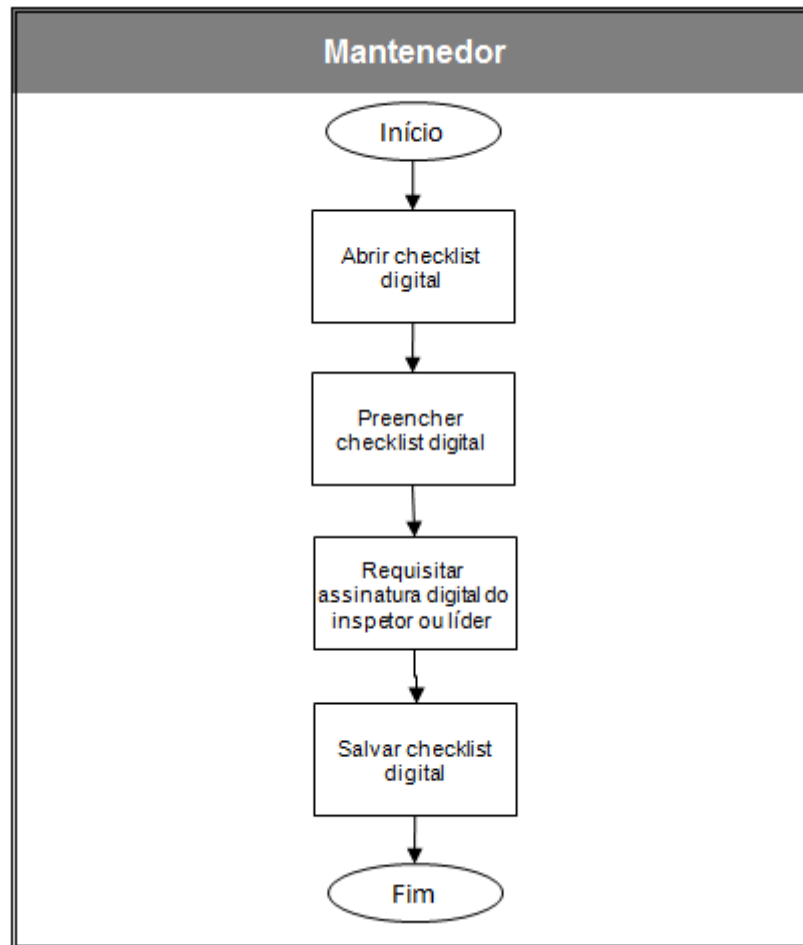
É possível verificar na Figura 17, portanto, que uma quantidade considerável das etapas do processo antigo foi eliminada, permanecendo na proposta de redesenho apenas as tarefas de utilização e validação do formulário pelo inspetor ou líder (Figura 18).

Figura 17: Redesenho de Processo - Eliminação de atividades no processo de utilização de *checklist*



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 18: Redesenho de Processo - Novo processo de utilização de *checklist*



Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, as mudanças sugeridas no processo têm impacto na redução da movimentação, conforme citado pelo Usuário 4. No caso da célula de bateria, por exemplo, houve um deslocamento de 59,60 km no ano de 2016 com o objetivo de buscar formulários no escritório, onde está localizada a impressora. Quando consideramos a atividade de inspeção inicial de bateria, é necessário levar o *checklist* da célula de bateria para a de recebimento, o que resultou em 59,87 km percorridos durante o mesmo ano. Para as demais atividades do Setor de Recuperação de Componentes Elétricos a caminhada varia conforme Tabela 9, cálculo que considera a distância entre o local em que se encontra o documento físico e o que se realiza a manutenção, multiplicado pela quantidade de vezes em que foi requisitada a impressão de documentos.

Juntamente com esse movimento, temos também um tempo relacionado, ou seja, essa tarefa envolve dois tipos de desperdícios, os quais são facilmente eliminados com a solução proposta.

Tabela 9: Deslocamento para a atividade de imprimir *checklist*

Célula	Distância entre célula e escritório (metro)	Quantidade de formulários / ano	Deslocamento total (quilômetro)
Bateria	41,85	712	59,60
Recebimento de bateria	129,98 ⁽¹⁾	252 ⁽²⁾	59,87
Desmontagem	83,30	275	45,81
Lavagem	83,30	0 (zero)	-
Testes Elétrico e Mecânico	63,23	1.607	203,22
Recuperação ⁽³⁾	53,20	0 (zero)	-
Impregnação ⁽⁴⁾	104,94	49	10,28
Montagem de Pequenos Rotativos	39,98	218	17,43
Montagem de Motor de Tração	43,16	355	30,64
Montagem de Gerador de Tração	43,16	101	8,72
Estacionários	29,94	1.365	59,87
Total – Setor de Recuperação de Componente Elétrico	Não se aplica	4.633	457,46

Fonte: Elaborada pela autora com as distâncias disponíveis na planta do galpão onde se localiza o setor de recuperação de componentes elétricos MRS Logística.

⁽¹⁾ A distância utilizada para o “recebimento de bateria” se refere ao deslocamento entre a área de recebimento e a célula de bateria, onde ficam disponíveis os *checklists* previamente impressos.

⁽²⁾ A quantidade de formulários impressos para a subcélula “recebimento de bateria” estão inclusos no valor da célula “bateria”, não sendo contabilizado no valor total da coordenação.

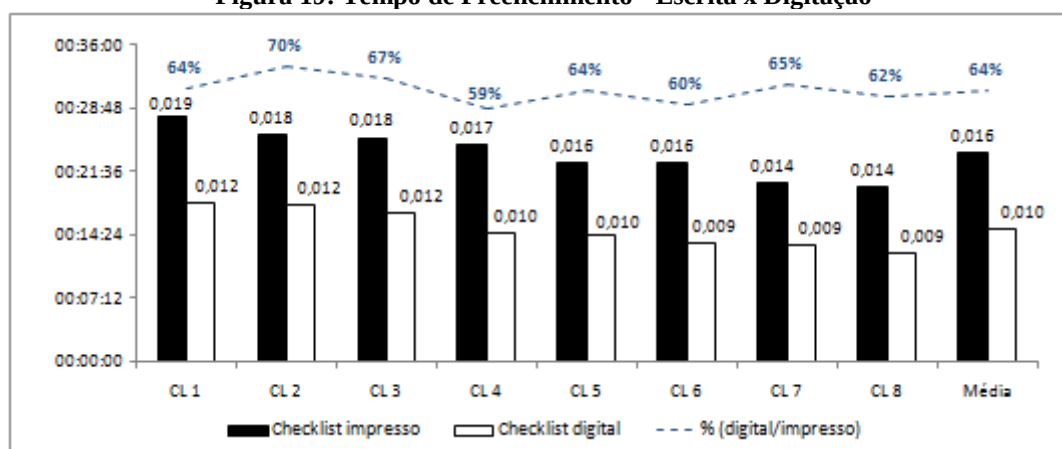
⁽³⁾ Os formulários utilizados em mais de uma célula foram contabilizados apenas na que solicita a impressão, ou seja, aquela que utiliza o *checklist* pela primeira vez.

⁽⁴⁾ A impregnação é uma etapa do processo de recuperação de componente, mas como se localiza em outra parte da oficina, foi considerada separadamente.

⁽⁵⁾ Os dados de impressão foram retirados do relatório interno disponível no Sistema de Gestão de Documentação Técnica e se referem ao período de 2016.

Os ganhos relacionados ao tempo de preenchimento dos formulários estão na faixa dos 36% de redução ao comparar a digitação com a escrita, considerando uma pessoa que já tenha familiaridade com dispositivos móveis (Figura 19). Apesar disso, o maior benefício está na possibilidade de corrigir os erros sem a necessidade de rasurar campos ou passar a limpo o documento, ou seja, mais uma vez o impacto está no tempo utilizado para o retrabalho.

Figura 19: Tempo de Preenchimento - Escrita x Digitação

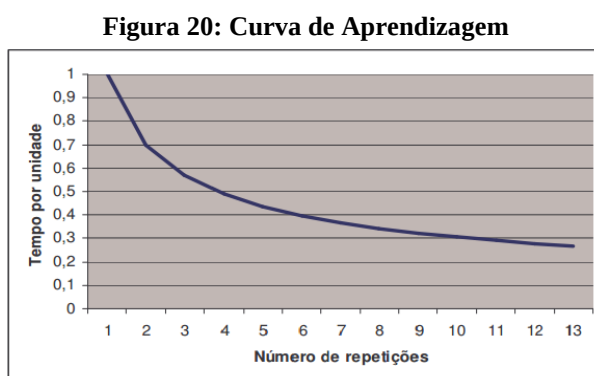


Fonte: Elaborado pela autora com dados da cronoanálise.

* Os dados dos oito *checklists* (CL) foram escritos e digitados pelo mesmo funcionário, o qual possui familiaridade com dispositivos móveis e com o processo de digitação.

** Gráfico baseado nas cronoanálises disponíveis no APÊNDICE III.

Vale ressaltar que o ideal é que a cronoanálise da digitação seja realizada com vários funcionários e após a implementação do *checklist* digital, quando as pessoas já realizaram a tarefa repetitivamente e adquiriram familiaridade com o novo processo. Essa observação se deve ao fato de que “a repetição de certas atividades conduz, por si só, a um aumento de produtividade” (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 124). Ou seja, existe um momento de aprendizagem, em que se leva um tempo maior para realizar a etapa, o qual é reduzido com a prática, conforme representado pela curva de aprendizagem (Figura 20).



Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 124).

Apesar de a digitação dos dados de manutenção ser uma nova variável no processo, realizou-se o acompanhamento dessa etapa com o intuito de mensurar o tempo que os funcionários da célula de bateria, não acostumados com a atividade, demandariam para realizá-la. Como resultado, obteve-se uma média de 43 minutos, o que pode ser verificado na Tabela 10.

Tabela 10: Cronoanálise - Preenchimento de *checklist* digital

Item	Dados				Média
Data da cronoanálise:	28/03/2017	24/04/2017	19/06/2017	20/06/2017	
Tempo Total - preenchimento de <i>checklist</i>	00:42:57	00:44:34	00:44:26	00:39:58	00:42:59

Fonte: Elaborada pela autora com dados coletados durante a cronoanálise da atividade.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

** Foram realizadas quatro cronoanálises, com funcionários distintos.

7.2 Economia gerada

Para o cálculo da economia resultante da inovação foi considerada a redução nos custos de impressão e do homem-hora utilizado para atividades de conferência, digitação e deslocamento.

É possível verificar no resumo disponível na Tabela 11 que a célula crítica, de recuperação de baterias, consome R\$ 0,2 mil com impressões e R\$ 2 mil em HH, totalizando R\$ 2,2 mil reservados para etapas que serão eliminadas no novo processo. Para a área crítica, de recuperação de componentes elétricos, esses valores são de R\$ 1,7 mil em impressões e R\$ 12,2 mil em HH, que somados representam R\$ 13,9 mil. Para o setor de recuperação de componentes de locomotivas, desconsiderando a área de Manutenção de Locomotivas, essa economia se aproxima dos R\$ 25,9 mil.

Tabela 11: Valor consumido por impressões e por atividades de conferência, digitação e movimentação

Item / Setor	Célula de bateria	Componentes elétricos ⁽²⁾	Componentes eletrônicos	Componentes mecânicos	Total ⁽¹⁾
Impressão (sem custo fixo)	R\$ 199	R\$ 1.734	R\$ 252	R\$ 1.494	R\$ 3.480
Homem-hora conferência e digitação	R\$ 796	R\$ 6.941	R\$ 1.610	R\$ 4.361	R\$ 12.912
Homem-hora deslocamento	R\$ 1.211	R\$ 5.270	R\$ 0	R\$ 4.233	R\$ 9.503
Valor total ⁽²⁾	R\$ 2.206	R\$ 13.945	R\$ 1.862	R\$ 10.088	R\$ 25.895

Fonte: Elaborada pela autora com dados coletados durante a análise dos processos do setor de recuperação de componentes elétricos.

⁽¹⁾ Total = somatório dos valores de componentes elétricos, mecânicos e eletrônicos.

⁽²⁾ Valores consumidos na área de componentes elétricos consideram os valores da célula de bateria.

⁽³⁾ Valor total = custo impressão + valor HH (deslocamento + conferência + digitação).

⁽⁴⁾ Valores consumidos no ano de 2016.

O detalhamento dos cálculos realizados para cada tipo de economia está disponível nas seções a seguir.

7.2.1 Impressão

Os custos de impressão são definidos em um contrato de prestação de serviço, conforme fórmula a seguir:

$$\text{Custo de impressão} = \text{custo fixo} + \text{custo variável}$$

O custo fixo considera, por exemplo, o aluguel da impressora e será cobrado independentemente do nível de utilização do equipamento. Como a inovação proposta não eliminará 100% das impressões, ou seja, outras atividades da área ainda demandarão esse recurso, esse valor não foi considerado nos cálculos da economia gerada.

Por outro lado, o custo variável considera um valor pré-definido por página impressa, o qual é multiplicado pela quantidade de impressões requisitadas, valor que pode ser calculado com a fórmula:

$$\text{Custo variável} = \text{custo de impressão por página} \times \text{quantidade de páginas impressas}$$

A economia resultante do *checklist* digital, portanto, terá impacto no custo variável. Logo, podemos usar a mesma fórmula sinalizada anteriormente para realizar o cálculo da economia gerada pela redução de impressões.

O relatório de impressões possui informações sobre o responsável pela impressão, a quantidade de páginas impressas e o título do documento. Devido ao padrão utilizado no setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas, é possível identificar pelo nome do arquivo a área de origem. Trabalhando os dados desse relatório, portanto, é possível extrair a quantidade de páginas impressas por documento e por área.

Ao realizar esses filtros e multiplicar os valores obtidos pelo custo de impressão por página, identificamos, em 2016, um gasto de R\$1,7 mil com formulários da área de recuperação de componentes elétricos, de R\$1,5 mil para a mecânica e de R\$ 252 para a eletrônica. Somando as três coordenações, temos um total de R\$ 3,5 consumidos com a impressão de formulários utilizados no setor de recuperação de componentes de locomotivas.

7.2.2 *Homem-hora para conferência e digitação*

Atualmente duas macro-atividades têm impacto direto no cálculo da viabilidade do projeto, são elas a “conferência” e a “digitação”. O tempo consumido com a conferência de documentação foi obtido de duas maneiras:

- i. Tempo da conferência prévia (realizada no momento da coleta da assinatura de liberação do *checklist*): um minuto por formulário;
- ii. Tempo da conferência final do *checklist*: três pessoas responsáveis por essa atividade realizaram um controle contendo o tempo consumido com essa tarefa durante o período de três semanas. Para o valor final foi utilizada a média dos tempos anotados.

O cálculo do tempo para a atividade de digitação também foi realizado através da média dos valores mensurados pela pessoa responsável pela atividade durante o período de três semanas.

Sendo assim, o custo dessas duas macro-atividades foi calculado através da multiplicação da soma dos tempos obtidos pelo valor do homem-hora da MRS Logística, o que pode ser representado pela fórmula a seguir:

$$\text{Custo macro-atividades} = (\text{Tempo Conferência} + \text{Tempo Digitação}) \times \text{Valor HH}$$

Portanto, o custo total do HH utilizado para as atividades de conferência e digitação no ano de 2016 foi calculado através da multiplicação do valor obtido no custo das macro-atividades pela quantidade de impressões no ano, de acordo com a fórmula a seguir:

$$\text{Custo macro-atividades 2016} = \text{Custo macro-atividades} \times \text{Quantidade de Impressões 2016}$$

Considerando esse cálculo, apenas a coordenação de recuperação de componentes elétricos consumiu R\$ 6,9 mil no ano de 2016. Como a célula de bateria representa 11,47% de impressões, de acordo com o relatório do sistema de gestão de documentação técnica utilizado pela empresa, temos, proporcionalmente, R\$ 796 no ano.

Para a área de recuperação de componentes mecânicos esse valor é de R\$1,5 mil, enquanto para a especialidade de eletrônica é de R\$ 252. Somando o valor consumido pelas três coordenações, temos um total de R\$ 3,5 mil consumidos no setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas com atividades de conferência e digitação.

7.2.3 *Homem-hora para deslocamento*

Conforme mencionado anteriormente, o deslocamento também consome tempo. Para esse cálculo foram realizadas simulações de movimentação entre as células e o escritório, nas quais foram mensurados os tempos durante uma caminhada sem paradas, ou seja, sem nenhum tipo de intervenção. O valor obtido no trajeto de ida e volta foi multiplicado pelo valor do HH da MRS Logística, conforme fórmula a seguir:

$$\text{Custo deslocamento (célula)} = \text{Tempo de Deslocamento (célula)} \times \text{Valor HH}$$

Portanto, o custo total do deslocamento no ano de 2016 foi calculado através da soma da multiplicação do valor obtido no custo do deslocamento por célula pela quantidade de impressões requisitadas pela célula no ano, de acordo com a fórmula a seguir:

$$\text{Custo deslocamento 2016} = \sum (\text{Custo deslocamento (célula)} \times \text{Quantidade de Impressões (célula) 2016})$$

Como as oficinas de recuperação de componentes elétricos e mecânicos são as que compreendem a maior dimensão física e quantidade de formulários utilizados durante a manutenção, apenas esses dois setores foram considerados no cálculo do total do setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas. O tempo de deslocamento não será apresentado neste estudo com o objetivo de preservar a informação referente ao valor do HH da MRS Logística.

A distância de 457,5 km percorridos no ano de 2016 pelas pessoas alocadas na área da elétrica consome um tempo de deslocamento que, ao ser multiplicado pelo HH da empresa, representa um valor de R\$ 13,9 mil consumidos com o desperdício da movimentação. No caso da célula de bateria, o deslocamento de 119,5 km representa um consumo de R\$ 1,2 mil em homem-hora.

7.3 Investimentos necessários para a implementação do *checklist* digital

Para replicar o *checklist* digital para todos os formulários de bateria, assim como para as demais células do setor de recuperação de componentes elétricos, será necessária a aquisição de dispositivos eletrônicos móveis (*tablet*, celular) para realizar a digitação dos dados de manutenção, assim como acessórios para protegê-los (capa, película, entre outros). Vale ressaltar que a utilização da bolsa aquática em detrimento à película irá ocorrer apenas nos ambientes mais agressivos, como na célula de recuperação de baterias, com o intuito de fornecer uma maior proteção ao dispositivo portátil.

Os orçamentos para estes insumos estão disponíveis nas Tabelas 12 e 13 e o investimento total por célula, considerando os *tablets* da marca “Positivo” de 7 e 10 polegadas, está calculado na Tabela 14, sendo que foram considerados para o cálculo os menores valores orçados. As linhas referentes à área e à célula crítica estão em destaque, para facilitar a visualização.

Tabela 12: Orçamento de *tablet*

Modelo / Marca	Memória interna	Tamanho do display	Loja 1	Loja 2	Loja 3
Samsung	16GB	10.1”	R\$ 1.519,99	R\$ 1.580,91	R\$ 1.804,05
Samsung	16GB	8”	R\$ 1.348,41	R\$ 1.698,97	R\$ 1.699,00
Positivo	16GB	10.1”	R\$ 1.099,00	R\$ 1.385,00	-
Positivo	16GB	7”	R\$ 664,99	R\$ 664,99	R\$ 1.039,90
Toshiba	16GB	7”	R\$ 1.092,49	R\$ 1.092,49	R\$ 1.092,49

Fonte: Elaborada pela autora com dados coletados em sites de compra online.

* Pesquisa realizada em 27/03/2017 nas lojas online, considerando valor à vista. Os preços podem variar de acordo com a demanda e com promoções.

Tabela 13: Orçamento de acessórios de proteção para *tablet*

Tamanho do display	Capa protetora (case)			Película			Bolsa aquática		
	Loja 1	Loja 2	Loja 3	Loja 1	Loja 2	Loja 3	Loja 1	Loja 2	Loja 3
10.1"	R\$7,99	R\$9,90	R\$19,90	R\$14,99	R\$15,97	R\$32,99	R\$69,99	R\$74,99	R\$99,90
8"	R\$19,90	R\$29,90	R\$35,28	R\$32,99	R\$32,99	R\$39,90	Não encontrado		
7"	R\$19,90	R\$24,99	R\$25,90	R\$32,99	R\$32,99	-	R\$57,54	R\$59,90	R\$85,00

Fonte: Elaborada pela autora com dados coletados em sites de compra online.

* Pesquisa realizada em 27/03/2017 nas lojas online, considerando valor à vista. Os preços podem variar de acordo com a demanda e com promoções.

Tabela 14: Investimento em *tablets* x Célula – Componentes Elétricos

Célula	Quantidade de <i>tablets</i>	Capa	Película	Bolsa	Positivo 7"	Positivo 10"
Bateria	3	2	1	2	R\$2.202,74	R\$ 3.475,94
Desmontagem	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Lavagem	0	-	-	-	-	-
Teste Elétrico	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Teste Mecânico	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Recuperação	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Montagem de Pequenos Rotativos	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Montagem de Motor de Tração	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Montagem de Gerador de Tração	1	1	1	-	R\$ 717,88	R\$ 1.121,98
Estacionários	2	2	2	-	R\$1.435,76	R\$ 2.243,96
Total – Área de Recuperação de Componente Elétrico	12	12	10	2	R\$8.663,66	R\$13.573,76

Fonte: Elaborada pela autora.

* Cálculos consideram orçamentos disponíveis nas Tabelas 12 e 13.

** Investimento por célula = quantidade *tablet* x preço (*tablet* + acessórios).

Verificamos, portanto, que com uma quantia de R\$ 8,6 mil é possível equipar o setor de recuperação de componentes elétricos com o *tablet* de 7" da marca "Positivo".

Para o cálculo do investimento total para o Setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas, é importante analisar a quantidade de *tablets* necessários para as demais áreas (Tabela 15). Como o processo de Manutenção Pesada de Locomotivas se diferencia em muito das outras coordenações, o mesmo foi desconsiderado no estudo, ou seja, os valores sinalizados para a gerência contemplam apenas as atividades de recuperação de componentes.

No caso da área especializada em componentes mecânicos, é necessário um investimento de R\$ 18,7 mil para equipá-lo com o *tablet* de 7" da marca "Positivo". Para o cálculo, não foram consideradas as subdivisões por células, mas a quantidade de funcionários que realizam o preenchimento de formulários. Essa diferença se deve a características particulares do

processo, como a existência de subcomponentes de menor porte, o que resulta em vários mantenedores trabalhando nos subitens de apenas um componente.

O setor de recuperação de componentes eletrônicos possui uma vantagem para a implementação do projeto: a maioria dos funcionários já possui um computador ou *laptop* disponível para trabalho. Sendo assim, para que todos tenham acesso, será necessário um investimento de 1,4 mil, o que representa a aquisição de dois *tablets* de 7” da marca “Positivo”.

Logo, temos um investimento total de R\$ 28,7 mil para equipar a Área de Recuperação de Componentes de Locomotivas com *tablets* de 7” da marca “Positivo”, desconsiderando o setor de Manutenção Pesada de Locomotivas.

Tabela 15: Investimento em *tablets* x área

Área	Quantidade de <i>tablets</i>	Capa	Película	Bolsa	Positivo 7”	Positivo 10”
Componente Elétrico	12	12	10	2	R\$ 8.663,66	R\$ 13.573,76
Componente Eletrônico	2	2	2	-	R\$ 1.435,76	R\$ 2.243,96
Componente Mecânico	26	26	26	-	R\$ 18.664,88	R\$ 29.171,48
Investimento Total	40	40	38	2	R\$ 28.764,30	R\$ 44.989,20

Fonte: Elaborada pela autora.

* Cálculos consideram orçamentos disponíveis nas Tabelas 12 e 13.

** Investimento por área = quantidade *tablet* x preço (*tablet* + acessórios).

*** Investimento total = soma dos investimentos por área.

7.4 Adaptação dos formulários para o meio digital

Apesar de todos os documentos serem elaborados em formato digital, os mesmos não são preparados para a edição em ambiente virtual e não utilizam os recursos disponíveis para criar regras e bloqueios que automatizem a verificação dos dados, considerando os procedimentos existentes. Existe, portanto, a necessidade de se realizar uma adaptação dos *checklists* para possibilitar a digitação dos dados em um dispositivo móvel, durante o processo de recuperação de componentes.

Essa adaptação pode ser realizada internamente ou através da contratação dos serviços de uma empresa de tecnologia da informação. A primeira situação envolve um processo mais simples, semelhante ao realizado nos testes, em que se desenvolvem programações em Microsoft

Office Excel, ou aplicativo semelhante, para que ele retorne uma resposta ao usuário, considerando os padrões estabelecidos. Essa alternativa não permite uma integração aos sistemas já utilizados pela MRS Logística, sendo necessário criar e gerenciar um controle desses dados, para que os mesmos não se percam.

Para a análise e o planejamento dos recursos necessários para implementar o projeto do *checklist* digital, e assim verificar a sua viabilidade de execução e financeira, é possível utilizar como parâmetro o tempo consumido durante a conversão do formulário de recuperação de bateria chumbo-ácida. Considerando um funcionário dedicado para essa atividade, será necessário um dia para realizar a adaptação, já contabilizando o tempo necessário para a leitura da documentação técnica e o diálogo com os mantenedores, e uma hora para validar os bloqueios junto aos usuários. Multiplicando esse tempo pela quantidade de documentos existentes, temos um total de 28,1 dias para que todos os *checklists* da célula de bateria estejam disponíveis para o novo processo. Para o setor de recuperação de componentes elétricos, portanto, essa quantidade é de 319,5 dias, conforme Tabela 16. A área e a célula crítica estão em destaque para facilitar a visualização.

Tabela 16: Tempo necessário para adaptação dos *checklists* digitais – Componentes Elétricos

Célula	Quantidade de <i>checklist</i>	Adaptação (dias)	Validação (dias)	Tempo total (dias)
Bateria	25	25	3,1	28,1
Desmontagem	18	18	2,3	20,3
Lavagem	0	0	0,0	0,0
Testes Elétricos e Mecânicos	122	122	15,3	137,3
Recuperação	20	20	2,5	22,5
Montagem de Pequenos Rotativos	13	13	1,6	14,6
Montagem de Motor de Tração	6	6	0,8	6,8
Montagem de Gerador de Tração	10	10	1,3	11,3
Estacionários	70	70	8,8	78,8
Total – Área de Recuperação de Componente Elétrico	284	284	35,5	319,5

Fonte: Elaborada pela autora considerando o tempo utilizado para o projeto piloto.

* Os formulários utilizados em mais de uma célula foram contabilizados apenas na que solicita a impressão, ou seja, aquela que utiliza o *checklist* pela primeira vez.

** Para o cálculo do tempo utilizado para a validação foram consideradas oito horas de trabalho.

*** Tempo total de adaptação por célula = tempo (adaptação + validação) x quantidade de formulários.

Considerando que a oficina de recuperação de componentes mecânicos é a segunda maior em quantidade de formulários, temos 124 dias para a adaptação e 15,5 para validação, o que totaliza 139,5 dias (Tabela 17).

Tabela 17: Tempo necessário para adaptação dos *checklists* digitais – Componentes Mecânicos

Célula	Quantidade de <i>checklist</i>	Adaptação (dias)	Validação (dias)	Tempo total (dias)
Bombas e soprador	16	16	2,0	18,0
Conjunto de força	28	28	3,5	31,5
Testes	2	2	0,3	2,3
Laboratório	37	37	4,6	41,6
Radiador	10	10	1,3	11,3
Lavagem	0	0	0,0	0,0
Motor Diesel	7	7	0,9	7,9
Turboalimentador	12	12	1,5	13,5
Desmontagem	12	12	1,5	13,5
Total – Área de Recuperação de Componente Mecânico	124	124	15,5	139,5

Fonte: Elaborada pela autora considerando o tempo utilizado para o projeto piloto.

* Os formulários utilizados em mais de uma célula foram contabilizados apenas na que solicita a impressão, ou seja, aquela que utiliza o *checklist* pela primeira vez.

** Para o cálculo do tempo utilizado para a validação foram consideradas oito horas de trabalho.

*** Tempo total de adaptação por célula = tempo (adaptação + validação) x quantidade de formulários.

Portanto, em aproximadamente 1,8 ano, considerando 252 dias úteis em um ano, ou seja, desconsiderando final de semana e feriados, é possível implementar o *checklist* digital nas duas coordenações responsáveis pela maior quantidade de documentação técnica. Com base nesses valores encontrados, podemos assumir que em um período de dois anos o Setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas terá todos os formulários adaptados, desconsiderando a área de Manutenção Pesada de Locomotivas. Vale ressaltar que esse tempo pode ser reduzido, caso a empresa decida por dedicar mais de uma pessoa no processo de conversão dos arquivos.

A segunda opção envolve o desenvolvimento de um *software* personalizado, com uma interface facilitada para o empregado, que realizará a digitação das informações, e para o responsável pela atualização dos documentos. Além disso, o mesmo poderá ser integrado com os sistemas já utilizados pela empresa. Nesse caso, o tempo e o custo envolvidos dependerão da empresa contratada para o serviço.

7.5 Validação do *checklist* digital pelos envolvidos com o processo

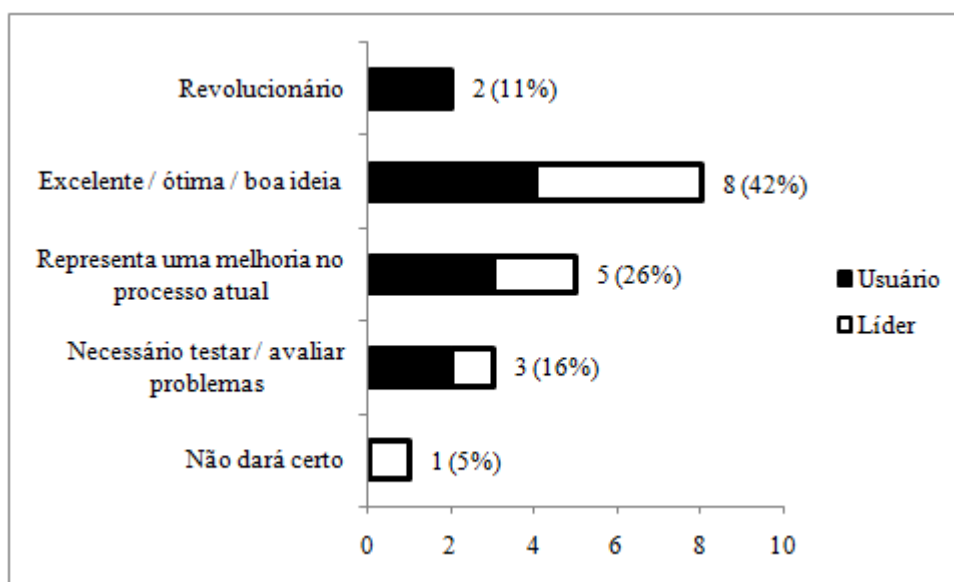
A aceitação em relação ao *checklist* digital foi muito positiva, sendo reforçada no momento dos testes, quando algum dado era digitado errado e a correção se mostrava fácil. Todos os mantenedores comentaram sobre a quantidade de erros nos formulários e no retrabalho que

tinham para justificá-los no campo de observação ou para passar o documento a limpo. Além disso, o cansaço resultante do final da jornada pode intensificar esses problemas, como sinaliza o Usuário 9: “no final do dia você acaba borrando, aí vai passar a limpo, rasura de novo”.

Esse assunto sempre vinha acompanhado do tópico “auditoria” e das penalizações que a área teve devido a problemas na documentação técnica, o que estimulava a sugestão de bloqueios no sistema baseado nos erros mais comuns ou nos cálculos e comparações necessárias para aprovar ou reprovar algum componente ou subitem durante o processo de recuperação.

Essa aprovação também pode ser observada nas entrevistas realizadas com funcionários que se envolvem com as atividades de visualização, impressão e aprovação de documentação, assim como com a liderança (Figura 21). Quando foi questionada a opinião sobre o preenchimento dos dados de manutenção em um dispositivo eletrônico e sobre as facilidades que esse novo processo traria, o Usuário 3, por exemplo, respondeu “que vai ser melhor, os erros, você tem mais facilidade de corrigi-los. Evita rasuras, processos de correção do *checklist*”. O Usuário 1 foi mais além, ao sinalizar que essa inovação “adiantaria nosso processo uns 60 a 70%. (...) não deixa errar as tolerâncias, o preenchimento errado”.

Figura 21: Opinião sobre a solução proposta



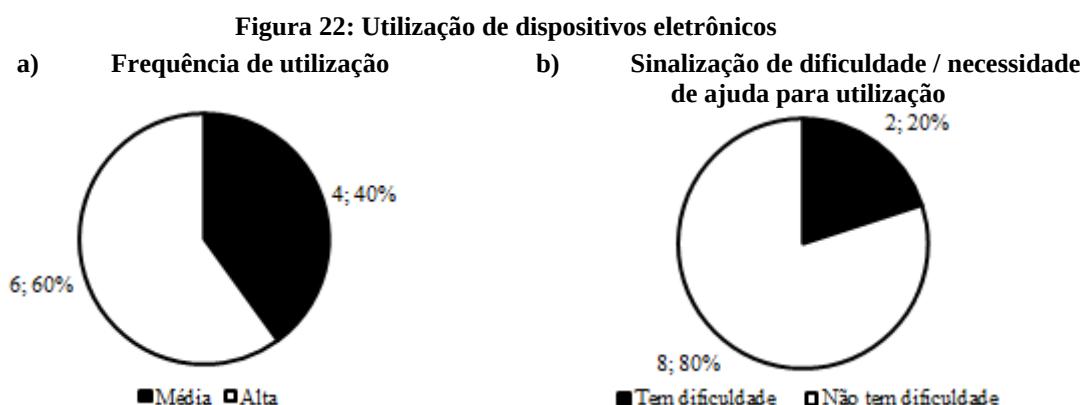
Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

* Uma entrevista pode sinalizar mais de um critério.

É possível verificar na Figura 21 que apenas uma pessoa, o Líder 5, sinalizou não acreditar no potencial da inovação, não pela solução proposta, mas pela questão do ambiente agressivo para o dispositivo eletrônico: “Pegando o exemplo do *optjob*, o cara lava a mão para mexer no computador, para limpar o produto químico e não estragar. E se fosse na área de bateria? A solução iria estragar muito o *tablet*”. Essa preocupação também foi sinalizada pelo Líder 6 ao dizer que “a área é muito agressiva, acaba tendo que ter cuidado com o equipamento. É um equipamento delicado para a área”. Entretanto, o Líder 6 não identifica essa adversidade como um impedimento para o projeto, o que pode ser verificado na visão de que o *checklist* digital: “é uma excelente ideia, uma que evita o desperdício de papel. É muito papel. E outra que é muito mais prático”.

Apesar de a equipe da célula de bateria aprovar a inovação e concordar que facilitará o trabalho, a utilização de um *laptop* ou *tablet* gerou um pouco de desconforto para aqueles que têm menos acesso a esses dispositivos. Durante os testes e as entrevistas foram mencionadas preocupações em relação ao saber usar e ao tempo mais elevado para realizar a digitação, se comparado com os colegas que tinham maior conhecimento, conforme comentário do Usuário 5, sobre a “dificuldade dos mantenedores de aderir ao processo e familiarizar com a tecnologia”, e do Líder 5, em relação “a interface mantenedor máquina, nem todos têm essa facilidade”.

Por outro lado, foi possível verificar que todos os entrevistados possuem *smartphone*, no qual utilizam internet e aplicativos, como de mensagem e de rede social. Apenas dois usuários informaram não utilizar computador. Considerando as respostas, portanto, podemos verificar que 40% sinalizaram ter uma média interação com dispositivos portáteis (Figura 22a) e apenas 20% demonstraram alguma dificuldade em utilizá-los (Figura 22b), sendo que a mesma é resolvida através de ajuda de pessoas que dominam o equipamento.



Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

As principais dificuldades identificadas durante a validação foram relacionadas à digitação de hora e data, pois, no caso do computador portátil, envolve a necessidade de apertar a tecla *shift* para utilizar os “dois pontos” (:) e de buscar a barra (/). Essas teclas estão disponíveis em local diferente dos números, principalmente quando não há teclado numérico no dispositivo, o que gera um maior tempo para encontrá-las. No caso do *tablet*, que possui um teclado virtual, esses ícones são mais facilmente localizados e podem ser acionados sem a necessidade de uma tecla adicional.

A mudança entre os espaços para a digitação dos dados não se mostrou um complicador, mas houve o questionamento sobre automatizá-la. Nessa situação, o *tablet* também tem um facilitador em comparação ao *laptop* utilizado, a tela *touch* permite a seleção do campo a ser preenchido de maneira precisa e rápida, não sendo necessário utilizar o *mouse*, as teclas de direção ou de *enter*. Optou-se por não utilizar a passagem automática entre as respostas para facilitar a visualização e correção dos dados, caso digitado incorretamente (exemplo: caso o mantenedor digite na densidade o dado 1230 ao invés de 1235, o sistema não irá bloquear a informação. Cabe a ele a conferência e a correção, caso necessário).

Esses pontos descritos sinalizam um cuidado importante durante a implementação: o treinamento, não só sobre o sistema, mas também sobre o dispositivo a ser utilizado. Sendo assim, todos os envolvidos deverão se instruídos sobre as facilidades e bloqueios que a ferramenta oferece, assim como sobre os conceitos básicos para a utilização *tablet* ou outro dispositivo portátil a ser utilizado na atividade de preenchimento do *checklist*. Afinal, conforme sinalizado pelo Líder 2, “tem cara que não mexe em nada tecnológico, é uma quebra de paradigma”, o que pode ser complementado pelo comentário do Líder 4 sobre a necessidade de “[...] ter uma gestão de mudanças grande”.

Além do treinamento, o acompanhamento nas etapas iniciais de implantação fornece uma segurança aos envolvidos, que poderão tirar dúvidas e evitar que o processo pare por falta de conhecimento em alguma etapa. Esse momento é muito importante para que as pessoas não desenvolvam uma resistência à inovação devido às dificuldades encontradas relacionadas a um processo ainda desconhecido ou com pouca prática, ou seja, que ainda passará pela curva de aprendizagem e poderá demandar, inicialmente, um tempo maior do que estão acostumados. Um treinamento prático, ou seja, uma simulação do processo no ambiente em que as manutenções ocorrem também poderá auxiliar na assimilação da nova ferramenta.

Por fim, a inovação foi validada pelos gestores da área. Tanto a questão da maior confiabilidade da informação e consequente redução de penalizações em auditorias, quanto o quesito sustentabilidade foram consideradas melhorias valiosas. Os investimentos necessários e a economia gerada pela eliminação dos desperdícios auxiliaram na demonstração da viabilidade financeira do projeto. As propostas de expansão e de sistemas mais integrados, ou seja, uma melhor utilização do conceito de *e-maintenance*, se mostraram uma possibilidade a ser analisada ao detalhe, pois, apesar de interessantes, envolvem investimentos de maior porte.

O Líder 3, por exemplo, mencionou que o “ponto positivo vai ser de cara: economia de papel, otimização do tempo e de retrabalho do *checklist*”. Essas melhorias também foram sinalizadas pelo Líder 4: “vamos evitar campos em branco, preenchimentos incorretos, fora de tolerância, aprovações da engenharia mais rápida, trabalhar apenas no que for treinado”. Esses itens mencionados têm impacto direto na confiabilidade e podem ser complementados pela fala do Líder 2: “Eu acho que a gente vai ganhar na qualidade da informação, que hoje ela é redigida”.

Ainda considerando este tópico, é importante citar dois trechos da entrevista com o Líder 5, no qual ele não só mencionou a sustentabilidade, como questão da melhoria em relação à auditoria:

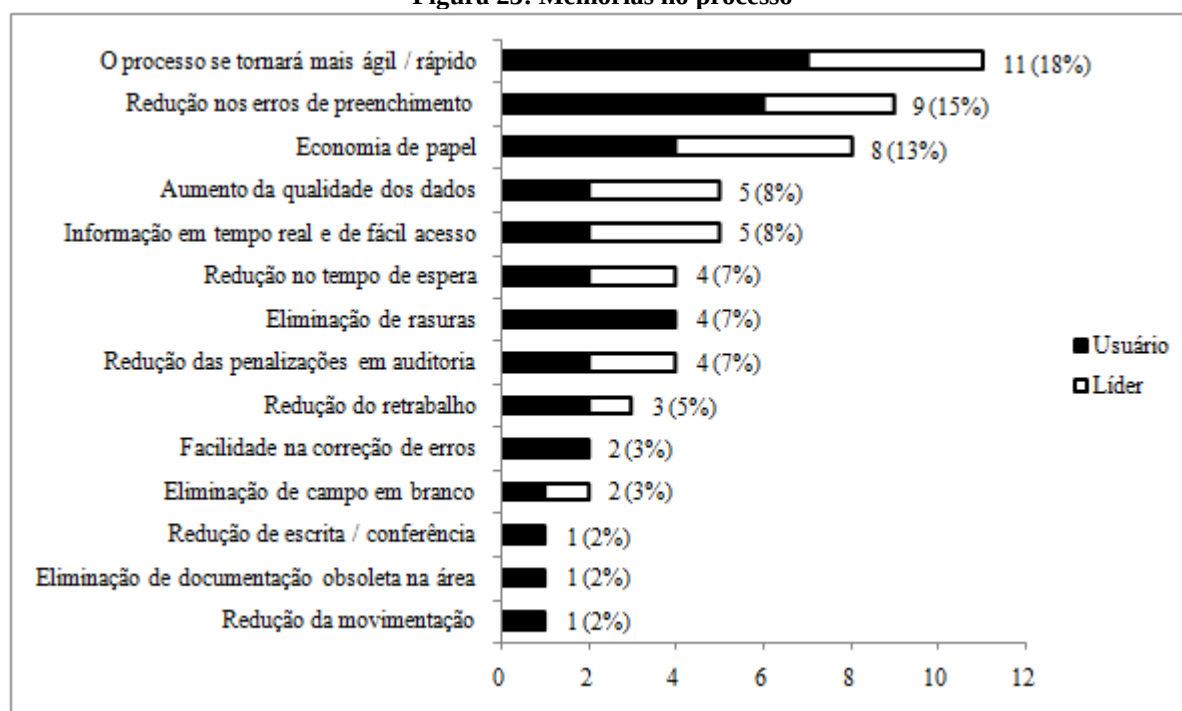
Positivos: minimizar a questão da impressão, tanto ambiental quanto financeiro, de papel; questão da configuração da impressão, muitas vezes o problema na impressora reflete na quantidade de papel. Acredito bastante nesse projeto como retorno positivo para a MRS e para a área. [...] Ganho de preenchimento de *checklist*, auditoria, qualidade.

O Líder 7 também citou diversas vantagens para o meio ambiente e para o processo:

Positivos são economia de papel, armazenamento, eliminação de caixas, papéis e acervo técnico, travas em parâmetros restritivos (ou mais restritivos), possibilidade de ser acessado de qualquer localidade e a qualquer momento, pesquisas dinâmicas, relatórios e, por fim, o meio ambiente agradece.

As melhorias no redesenho do processo, sinalizada pelos entrevistados, podem ser visualizadas na Figura 23 e um resumo, considerando a classificação de desperdícios, na Figura 24:

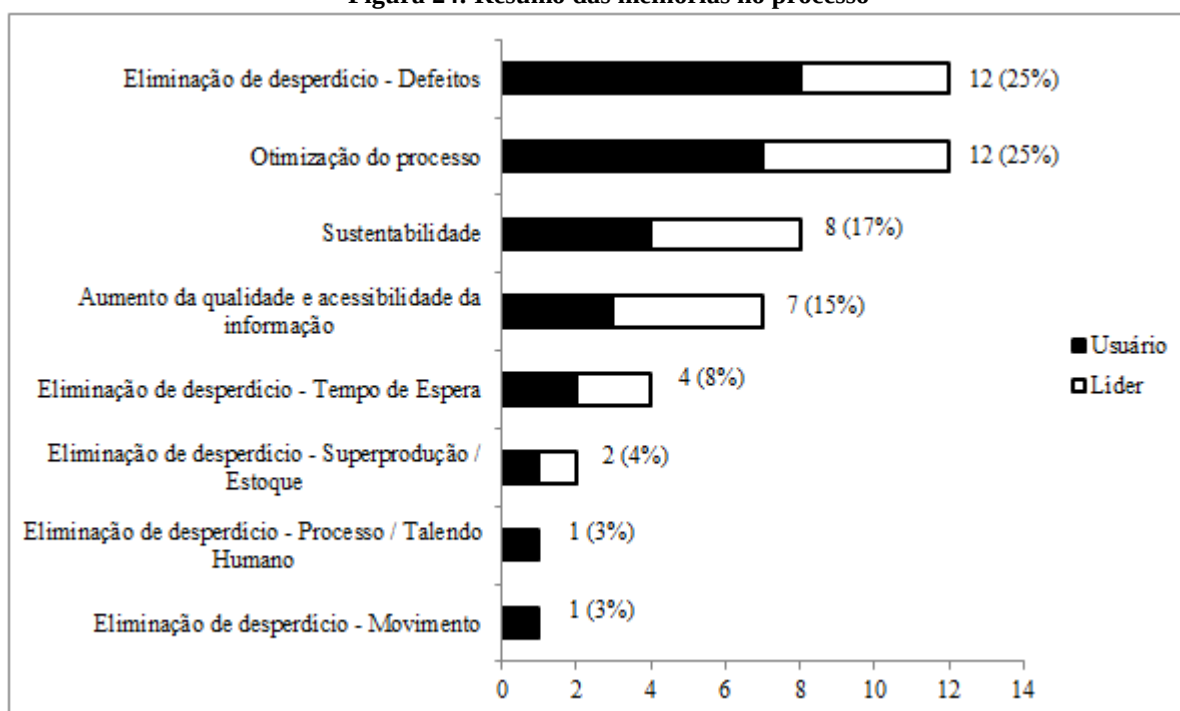
Figura 23: Melhorias no processo



Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

* Uma entrevista pode sinalizar mais de um critério.

Figura 24: Resumo das melhorias no processo



Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

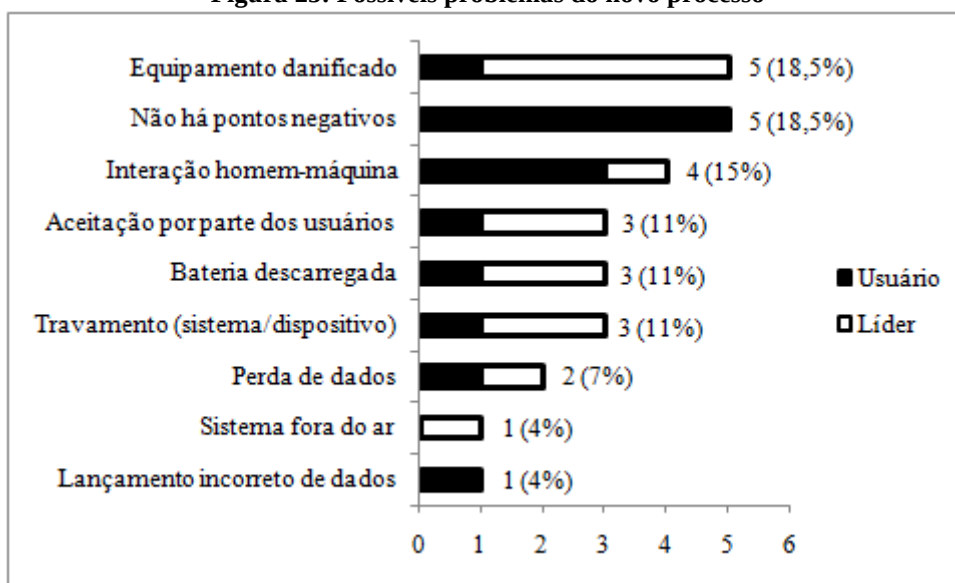
* Uma entrevista pode sinalizar mais de um critério.

Por fim, não podemos deixar de citar os pontos negativos e as preocupações sinalizadas pelos funcionários. A análise dos possíveis problemas serve de base para planejar e evitar que os

mesmos ocorram, conforme mencionou o Líder 7, e, conseqüentemente, gerar uma solução que atenda de maneira mais eficaz às necessidades da área.

Além da questão da interface entre o funcionário e o dispositivo eletrônicos, também foram mencionadas as quebras e o descarregamento da bateria do equipamento portátil (Figura 25). O Líder 2, por exemplo, cita que o ponto “negativo é a questão das quebras, autonomia da bateria e de cultura, né?”. Essa situação também foi sinalizada pelo Líder 1 ao dizer que “vai criar uma preocupação: falta de cuidado. Vai que cai e quebra?”, e pelo Usuário 9, ao demonstrar certa apreensão com a fala: “um ponto negativo é esses negócios de estragar. Um estraga e sobra pra todo mundo”.

Figura 25: Possíveis problemas do novo processo



Fonte: Elaborado pela autora com dados das entrevistas (APÊNDICE IV).

* Uma entrevista pode sinalizar mais de um critério.

7.6 Mapeamento dos possíveis problemas de implementação

As entrevistas sinalizaram pontos importantes que deverão ser analisados: os possíveis problemas do novo processo. Além disso, algumas limitações identificadas ao longo do desenvolvimento da pesquisa também serão sinalizadas como pontos de atenção, os quais devem ser trabalhados durante a etapa de execução da inovação.

O equipamento danificado foi o problema mais citado, principalmente quando consideramos um dispositivo que é compartilhado por várias pessoas. As entrevistas sinalizaram o desconforto que é gerado quando alguma ferramenta de uso coletivo quebra, conforme frase

do Usuário 9: “um estraga e sobra pra todo mundo”. Para reduzir esse desconforto, que pode impactar negativamente na aceitação da inovação por parte dos usuários, existe a possibilidade de disponibilizar um *tablet* por funcionário. Essa ação irá requerer um maior investimento, que será analisado na seção seguinte, mas também resultará em um maior cuidado e responsabilidade por parte dos usuários, semelhante ao que acontece com os *laptops* da empresa. Nesse exemplo, a pessoa que utilizará o *laptop* assina um termo de compromisso se responsabilizando pelo cuidado com o mesmo.

O segundo problema listado está relacionado à interação homem-máquina, o qual será amenizado pelo fato de a interface do *tablet* ser muito semelhante à de um *smartphone*, dispositivo portátil que 100% dos usuários entrevistados possuem. Apesar disso, conforme já mencionado, é importante que todos os empregados recebam treinamentos sobre o *checklist* digital e sobre o próprio *tablet*. A opção de disponibilizar uma pessoa para tirar dúvidas nos primeiros dias de implementação também fornece um suporte interessante, pois atuará em eventos do dia a dia, que podem não ter sido retratados durante o treinamento.

Apesar de as entrevistas terem mostrado uma aceitação positiva em relação à inovação, a mesma não foi realizada com todos os empregados da empresa, ou seja, podem existir funcionários que não aprovarão a mudança. Para evitar esse tipo de reação, é importante mostrar aos futuros usuários do formulário virtual os benefícios que o mesmo trará e, quando possível, levá-los para conhecer o processo nas células em que já estiver implementada, assim como permitir um diálogo com os funcionários que já utilizam a nova ferramenta. Além disso, as ações sinalizadas para a melhoria da interação entre homem e máquina também resultam em efeitos positivos na aceitação do *checklist* digital.

Outro item mencionado nas entrevistas foi o descarregamento da bateria do *tablet*, uma questão que tem que ser avaliada com cuidado, pois sem carga o dispositivo não funciona, logo, não é possível registrar os dados técnicos em ambiente virtual. De acordo com a descrição disponível em um dos *websites* consultados para o orçamento, o *tablet* de 7” da marca Positivo possui uma autonomia de quatro horas, considerando o uso contínuo. Como o horário de trabalho é de oito horas, seria importante criar pontos de recarga em locais estratégicos da célula, por exemplo, na própria bancada de trabalho, assim o dispositivo poderá ser carregado e utilizado simultaneamente. Outra opção seria adquirir um dispositivo eletrônico com uma maior autonomia, o que envolveria um maior custo.

Além disso, vale ressaltar que o preenchimento de formulário é uma etapa pequena, quando comparada ao processo de recuperação de componentes. Sendo assim, é possível que a bateria comporte as oito horas de trabalho, já que o dispositivo não será utilizado continuamente. Entretanto, apenas o uso do *checklist* digital durante um período de tempo poderá fornecer essa informação de maneira mais precisa. Portanto, para esse tipo de decisão, a sugestão de implementar a inovação por células é valiosa, pois será possível verificar, em menor escala, a duração real da bateria do *tablet* e concluir se será necessário, e viável financeiramente, adquirir um modelo com maior autonomia.

Outro ponto negativo sinalizado pelos entrevistados é o travamento do sistema ou do dispositivo, que poderá ocorrer caso o mesmo fique com a capacidade de armazenagem reduzida. Com o intuito de evitar essa situação, os mesmos deverão passar por manutenções periódicas, que envolvem a limpeza de informações não utilizadas e a transferência de dados técnicos para o sistema da empresa. Caso esses problemas permaneçam, é importante verificar se o dispositivo atingiu o tempo de vida útil e, caso necessário, substituí-lo por um novo.

A perda de dados, também presente na lista dos possíveis problemas, é uma situação evitável, considerando o salvamento automático após a inserção de cada informação no dispositivo eletrônico. Aplicativos integrados com a internet geralmente possuem essa funcionalidade, como ocorre com o Microsoft Office *online*. Entretanto, esse recurso fica indisponível no caso de problemas de conexão com a rede.

Para evitar perdas devido à interrupção temporária de acesso à internet, o que pode ser classificado como sistema “fora do ar”, existe a alternativa de realizar o armazenamento dos dados diretamente no dispositivo portátil e programá-lo para transferir as informações para o sistema da empresa periodicamente.

Concluindo os comentários relacionados aos problemas mencionados pelos entrevistados, o principal intuito dos bloqueios inseridos no sistema desenvolvido é o de reduzir o lançamento incorreto de dados. Conforme mencionado anteriormente, alguns tipos de erros de não são possíveis de eliminar por meio do sistema proposto, como o de digitar na densidade o dado 1230 ao invés de 1235. Portanto, os mantenedores deverão ser treinados para conferir se a informação foi digitada corretamente.

É possível verificar que as situações descritas até o momento estão diretamente relacionadas à utilização do *checklist* digital. Entretanto, antes de começar a coletar dados através de um dispositivo portátil, existem atividades que demandam interações entre departamentos, como é o caso da aquisição do *tablet* e da liberação de acessos na rede da empresa.

Considerando a estrutura organizacional da MRS Logística, que possui características marcantes da burocracia mecanizada, como o agrupamento funcional e a alta formalização do comportamento, o desenvolvimento da inovação pode ser impactado negativamente nas etapas em que as interações interdepartamentais forem necessárias. Ao tentar realizar os testes com o suporte da máquina de desempenho da empresa, por exemplo, as regras rígidas e a burocracia existente consumiram prazos extensos, sendo necessário realizá-los por meio de um *laptop* ao invés do *tablet*, para evitar atrasos no cronograma.

O exemplo citado permitia alternativas para evitar a estagnação do processo, entretanto, quando consideramos as etapas de implementação, essa falta de priorização resultante das características da máquina de desempenho, representam um risco à inovação. Govindarajan e Trimble (2011) sugerem algumas alternativas de divisão de trabalho entre equipe dedicada e máquina de desempenho que devem ser avaliadas para evitar que a etapa de execução seja prejudicada ou, até mesmo, que não ocorra.

Outra questão importante é o treinamento, já mencionado algumas vezes. Apesar de existir uma maior acessibilidade a dispositivos portáteis, as pessoas podem não acessar todas as funcionalidades disponíveis. Além disso, o nível de utilização e, portanto, de familiaridade com as funções pode variar, o que pode ser observado nas entrevistas realizadas. Por esse motivo, é importante qualificar os empregados a operar o novo sistema, por mais simples e comum que ele possa parecer, pois a sua utilização ainda não faz parte da rotina. De maneira semelhante, caso sejam realizadas alterações e melhorias na interface, é essencial que as mesmas sejam repassadas para os funcionários, evitando que a atividade de preenchimento do *checklist* digital seja parada ou demande maior tempo para ser realizada, devido ao desconhecimento da mudança por parte dos usuários.

7.7 Retorno do investimento

Além dos ganhos qualitativos da solução proposta, como o aumento da confiabilidade e da acessibilidade das informações, os dados apresentados anteriormente permitem calcular os

ganhos quantitativos. Com esse objetivo, foi mensurado o retorno do investimento por meio do cálculo do VPL, da TIR e do *payback*, considerando a aquisição dos *tablets* de 7” da marca “Positivo”, que possuem o menor custo.

Para essa análise, foi utilizado o período de cinco anos, considerando que a vida útil de dispositivos que fazem processamento de dados é de cinco anos, ou seja, a taxa anual de depreciação é de 20% (RECEITA FEDERAL, 2017). A taxa de desconto utilizada foi de 9,25%, valor referente à taxa Selic diária do dia 26/07 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017).

O cálculo do Imposto de Renda (IR) considerou a alíquota de 15%, pois a MRS Logística se enquadra no grupo de pessoas jurídicas que são obrigadas, conforme a Lei 9.718/1998 e a Lei 10.637/2002, a apurar o resultado do exercício por meio do regime tributário de lucro real. No caso da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) foi considerada a alíquota de 9%, conforme a Lei 11.727/2008.

O valor residual foi calculado com base no valor do tablet usado de 7” da marca Positivo, considerando pesquisa realizada no site Mercado Livre (2017). Os cálculos foram realizados no Microsoft Office Excel e as fórmulas utilizadas estão disponíveis no Quadro 26.

Quadro 26: Fórmulas em Excel para análise de viabilidade econômica de projetos

Item	Fórmula	Definições das Variáveis	Definição Excel
Investimentos	= custo de aquisição de <i>tablets</i> e acessórios	-	-
EBTIDA	= economia gerada com a inovação	EBTIDA = Lucros antes de juros, impostos, depreciação e amortização	-
Depreciação	= 0,2 * investimento (<i>tablet</i>)	-	-
LAIR	= EBITDA + depreciação	LAIR = lucro antes do imposto de renda	-
IR	= 0,15 * LAIR	IR = Imposto de Renda	-
Lucro líquido	= LAIR + IR	-	-
Valor residual	= Valor de mercado – valor contábil - IR	-	-
FCL_n	= lucro líquido + depreciação	-	-
FCA_n	= FCA_{n-1} + FCL_n	-	-
VPL	= VPL (taxa; valor ₁ ; valor ₂ ; valor _n) + FCL_{Ano0}	Taxa = taxa de desconto Valor ₁ a Valor _n = FCL_{Ano1} a FCL_{Ano5} FCL_{Ano0} = valor investido	Retorna o valor líquido atual de um investimento, com base em uma taxa de desconto e uma série de pagamentos futuros (valores negativos) e renda (valores positivos)
TIR	= TIR (valores, [estimativa])	Valores = FCL_{Ano0} a FCL_{Ano5}	Retorna a taxa interna de retorno de uma série de fluxos de caixa
<i>Payback</i>	= INTERCEPÇÃO (val_conhecidos_y; val_conhecidos_x)	val_conhecidos_y = períodos (2017 a 2022) val_conhecidos_x = FCA_{2017} a FCA_{2022}	Calcula o ponto em que uma linha interceptará o eixo y usando uma linha de regressão de melhor ajuste plotada através dos valores de x e valores de y conhecidos

Fonte: Adaptado de Microsoft Office Excel (sem data).

É possível verificar na Tabela 18 que em um ano, aproximadamente, a economia gerada pela redução dos desperdícios paga os investimentos necessários para a aquisição dos insumos da célula de recuperação de bateria. O VPL possui um valor positivo e a TIR é maior do que a taxa de desconto, demonstrando que o projeto é favorável. O retorno do investimento ocorre em 14,97 meses.

Tabela 18: Retorno do Investimento - Célula de Recuperação de Bateria

	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Itens	0	1	2	3	4	5
(-) Investimentos (<i>tablets</i> + acessórios)	-2.202,74					
(=) Lucro Operacional (EBITDA)		2.206,00	2.206,00	2.206,00	2.206,00	2.206,00
(-) Depreciação (<i>tablet</i>) = 20%		-398,99	-398,99	-398,99	-398,99	-398,99
(=) Lucro antes do Imposto de Renda (LAIR)		1.807,01	1.807,01	1.807,01	1.807,01	1.807,01
(-) IR = 15%		-271,05	-271,05	-271,05	-271,05	-271,05
(-) CSLL = 9%		-162,63	-162,63	-162,63	-162,63	-162,63
(=) Lucro Líquido		1.373,32	1.373,32	1.373,32	1.373,32	1.373,32
(+) Depreciação		398,99	398,99	398,99	398,99	398,99
(+) Valor Residual						408,00
(=) Fluxo de Caixa Livre (FCL)	-2.202,74	1.772,32	1.772,32	1.772,32	1.772,32	2.180,32
(=) Fluxo de Caixa Acumulado (FCA)	-2.202,74	-430,42	1.341,90	3.114,22	4.886,53	7.066,85
Taxa de Desconto	9,25%					
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 4.908,63					
Taxa Interna de Retorno (TIR)	76,60%					
Payback (ano)	2018,25					
Payback (meses)	14,97					
				(+) Valor de Mercado (160,00)		480,00
				(-) Valor contábil		0,00
				(-) IR = 15%		-72,00
				(=) Valor residual		408,00

Fonte: Elaborada pela autora.

* Fórmulas utilizadas no Microsoft Office Excel estão disponíveis no Quadro 26.

** Taxa de desconto igual à taxa Selic diária de 26/07.

No caso da área de recuperação de componentes elétricos, que considera tanto a célula de recuperação de bateria quanto as demais células de trabalho, o VPL também é positivo e o retorno do investimento ocorre em um período de 9,61 meses (Tabela 19). O projeto, portanto, se mostra viável, principalmente quando analisamos a TIR, ou seja, o valor da taxa de desconto necessário para inviabilizar o projeto, que está na faixa de 125%.

Tabela 21: Retorno do Investimento - Área de Recuperação de Componentes Mecânicos

Itens	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
(-) Investimentos (<i>tablets</i> + acessórios)	-18.664,88					
(=) Lucro Operacional (EBITDA)		10.087,86	10.087,86	10.087,86	10.087,86	10.087,86
(-) Depreciação (<i>tablet</i>) = 20%		-3.457,95	-3.457,95	-3.457,95	-3.457,95	-3.457,95
(=) Lucro antes do Imposto de Renda (LAIR)		6.629,91	6.629,91	6.629,91	6.629,91	6.629,91
(-) IR = 15%		-994,49	-994,49	-994,49	-994,49	-994,49
(-) CSLL = 9%		-596,69	-596,69	-596,69	-596,69	-596,69
(=) Lucro Líquido		5.038,73	5.038,73	5.038,73	5.038,73	5.038,73
(+) Depreciação		3.457,95	3.457,95	3.457,95	3.457,95	3.457,95
(+) Valor Residual						3.536,00
(=) Fluxo de Caixa Livre (FCL)	-18.664,88	8.496,68	8.496,68	8.496,68	8.496,68	12.032,68
(=) Fluxo de Caixa Acumulado (FCA)	-18.664,88	-10.168,20	-1.671,52	6.825,15	15.321,83	27.354,51
Taxa de Desconto	9,25%			(+) Valor de Mercado (160,00)		4.160,00
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 16.442,94			(-) Valor contábil		0,00
Taxa Interna de Retorno (TIR)	37,80%			(-) IR = 15%		624,00
Payback (ano)	2019,15			(-) Valor residual		3.536,00
Payback (meses)	25,80					

Fonte: Elaborada pela autora.

* Fórmulas utilizadas no Microsoft Office Excel estão disponíveis no Quadro 26.

** Taxa de desconto igual à taxa Selic diária de 26/07.

Por fim, somando o investimento necessário e a economia gerada para as três áreas de recuperação de componentes, o retorno ocorre em 16,48 meses, com um VPL positivo e uma TIR de 68%, conforme Tabela 22.

Tabela 22: Retorno do Investimento - Setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas

Itens	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
(-) Investimentos (<i>tablets</i> + acessórios)	-28.764,30					
(=) Lucro Operacional (EBITDA)		25.895,59	25.895,59	25.895,59	25.895,59	25.895,59
(-) Depreciação (<i>tablet</i>) = 20%		-5.319,92	-5.319,92	-5.319,92	-5.319,92	-5.319,92
(=) Lucro antes do Imposto de Renda (LAIR)		20.575,67	20.575,67	20.575,67	20.575,67	20.575,67
(-) IR = 15%		-3.086,35	-3.086,35	-3.086,35	-3.086,35	-3.086,35
(-) CSLL = 9%		-1.851,81	-1.851,81	-1.851,81	-1.851,81	-1.851,81
(=) Lucro Líquido		15.637,51	15.637,51	15.637,51	15.637,51	15.637,51
(+) Depreciação		5.319,92	5.319,92	5.319,92	5.319,92	5.319,92
(+) Valor Residual						5.440,00
(=) Fluxo de Caixa Livre (FCL)	-28.764,30	20.957,43	20.957,43	20.957,43	20.957,43	26.397,43
(=) Fluxo de Caixa Acumulado (FCA)	-28.764,30	-7.806,87	13.150,56	34.107,99	55.065,41	81.462,84
Taxa de Desconto	9,25%			(+) Valor de Mercado (160,00)		6.400,00
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 55.722,10			(-) Valor contábil		0,00
Taxa Interna de Retorno (TIR)	68,44%			(-) IR = 15%		-960,00
Payback (ano)	2018,37			(-) Valor residual		5.440,00
Payback (meses)	16,48					

Fonte: Elaborada pela autora.

* Fórmulas utilizadas no Microsoft Office Excel estão disponíveis no Quadro 26.

** Taxa de desconto igual à taxa Selic diária de 26/07.

*** Valores desconsideram o setor de Manutenção de Locomotivas.

Analisando o resumo disponível na Tabela 23, portanto, podemos concluir que a implementação da solução proposta se mostra viável economicamente.

Tabela 23: Investimento x Economia

Item / Setor	Componentes Elétricos*	Componentes Eletrônicos	Componentes Mecânicos	Total**
Investimento necessário	R\$ 8.664	R\$ 1.436	R\$ 18.665	R\$ 28.764
Economia gerada	R\$ 13.945	R\$ 1.863	R\$ 10.087	R\$ 25.895
VPL	R\$ 34.823	R\$ 4.456	R\$ 16.443	R\$ 55.722
TIR	124,96%	100,45%	37,80%	68,44%
Payback (meses)	9,61	11,77	25,80	16,48

Fonte: Elaborada pela autora.

* Valores da célula de bateria estão incluídos na área de componentes elétricos.

** Valor total = soma dos valores das áreas de componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos.

É importante também avaliar a viabilidade do projeto para a situação em que serão adquiridos dispositivos portáteis para todos os funcionários que preenchem os registros da manutenção em formulários impressos, considerando que a opção de compartilhamento do mesmo gerou uma preocupação em relação às quebras. Como as áreas que recuperam componentes eletrônicos e mecânicos já contabilizaram um equipamento por pessoa, será necessário atualizar apenas as informações referentes à recuperação de componentes elétricos.

É possível verificar na Tabela 24 que o valor necessário para equipar todos os mantenedores com *tablets* de 7" da marca "Positivo" é de, aproximadamente, R\$ 18,7 mil. Logo, o retorno do investimento seria em 19,49 meses, para a área de componentes elétricos (Tabela 25), e de 21,50 meses para o setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas (Tabela 26), desconsiderando a Manutenção Pesada de Locomotivas. Com VPL positivo e TIR maior do que a taxa de desconto, o investimento continua sendo viável, conforme resumo disponível na Tabela 27.

Tabela 24: Investimento em *tablets* x Funcionário – Componentes Elétricos

Área	Quantidade de <i>tablets</i>	Capa	Película	Bolsa	Positivo 7"	Positivo 10"
Recuperação de Componente Elétrico	26	26	22	4	R\$18.683,48	R\$ 29.359,52

Fonte: Elaborada pela autora.

* Cálculos consideram orçamentos disponíveis nas Tabelas 12 e 13.

** Investimento total = quantidade *tablet* x preço (*tablet* + acessórios).

Tabela 25: Retorno do Investimento 2 – Área de Recuperação de Componentes Elétricos

	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Itens	0	1	2	3	4	5
(-) Investimentos (<i>tablets</i> + acessórios)	-18.683,48					
(=) Lucro Operacional (EBITDA)		13.945,10	13.945,10	13.945,10	13.945,10	13.945,10
(-) Depreciação (<i>tablet</i>) = 20%		-3.457,95	-3.457,95	-3.457,95	-3.457,95	-3.457,95
(=) Lucro antes do Imposto de Renda (LAIR)		10.487,15	10.487,15	10.487,15	10.487,15	10.487,15
(-) IR = 15%		-1.573,07	-1.573,07	-1.573,07	-1.573,07	-1.573,07
(-) CSLL = 9%		-943,84	-943,84	-943,84	-943,84	-943,84
(=) Lucro Líquido		7.970,24	7.970,24	7.970,24	7.970,24	7.970,24
(+) Depreciação		3.457,95	3.457,95	3.457,95	3.457,95	3.457,95
(+) Valor Residual						3.536,00
(=) Fluxo de Caixa Livre (FCL)	-18.683,48	11.428,18	11.428,18	11.428,18	11.428,18	14.964,18
(=) Fluxo de Caixa Acumulado (FCA)	-18.683,48	-7.255,30	4.172,89	15.601,07	27.029,25	41.993,44
Taxa de Desconto	9,25%					
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 27.753,30					
Taxa Interna de Retorno (TIR)	55,62%					
Payback (ano)	2018,62					
Payback (meses)	19,49					
					(+) Valor de Mercado (160,00)	4.160,00
					(-) Valor contábil	0,00
					(-) IR = 15%	-624,00
					(=) Valor residual	3.536,00

Fonte: Elaborada pela autora.

*Fórmulas utilizadas no Microsoft Office Excel estão disponíveis no Quadro 26.

** Taxa de desconto igual à taxa Selic diária de 26/07.

Tabela 26: Retorno do Investimento 2 - Setor de Recuperação de Componentes de Locomotivas

	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Itens	0	1	2	3	4	5
(-) Investimentos (<i>tablets</i> + acessórios)	-38.784,12					
(=) Lucro Operacional (EBITDA)		25.895,59	25.895,59	25.895,59	25.895,59	25.895,59
(-) Depreciação (<i>tablet</i>) = 20%		-7.181,89	-7.181,89	-7.181,89	-7.181,89	-7.181,89
(=) Lucro antes do Imposto de Renda (LAIR)		18.713,70	18.713,70	18.713,70	18.713,70	18.713,70
(-) IR = 15%		-2.807,05	-2.807,05	-2.807,05	-2.807,05	-2.807,05
(-) CSLL = 9%		-1.684,23	-1.684,23	-1.684,23	-1.684,23	-1.684,23
(=) Lucro Líquido		14.222,41	14.222,41	14.222,41	14.222,41	14.222,41
(+) Depreciação		7.181,89	7.181,89	7.181,89	7.181,89	7.181,89
(+) Valor Residual						7.344,00
(=) Fluxo de Caixa Livre (FCL)	-38.784,12	21.404,30	21.404,30	21.404,30	21.404,30	28.748,30
(=) Fluxo de Caixa Acumulado (FCA)	-38.784,12	-17.379,82	4.024,48	25.428,79	46.833,09	75.581,39
Taxa de Desconto	9,25%					
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 48.652,62					
Taxa Interna de Retorno (TIR)	48,92%					
Payback (ano)	2018,79					
Payback (meses)	21,50					
					(+) Valor de Mercado (160,00)	8.640,00
					(-) Valor contábil	0,00
					(-) IR = 15%	-1.296,00
					(=) Valor residual	7.344,00

Fonte: Elaborada pela autora.

* Fórmulas utilizadas no Microsoft Office Excel estão disponíveis no Quadro 26.

** Taxa de desconto igual à taxa Selic diária de 26/07.

*** Investimentos de Capital = 18683,48 (elétrico) + 18664,88 (mecânico) + 1435,76 (eletrônico).

**** Valores desconsideram o setor de Manutenção de Locomotivas.

Tabela 27: Investimento 2 x Economia

Item / Setor	Componentes Elétricos*	Componentes Eletrônicos	Componentes Mecânicos	Total**
Investimento necessário	R\$ 8.664	R\$ 1.436	R\$ 18.665	R\$ 28.764
Economia gerada	R\$ 13.945	R\$ 1.863	R\$ 10.087	R\$ 25.895
VPL	R\$ 27.753	R\$ 4.456	R\$ 16.443	R\$ 48.653
TIR	55,62%	100,45%	37,80%	48,92%
Payback (meses)	19,49	11,77	25,80	21,50

Fonte: Elaborada pela autora.

* Valores da célula de bateria estão incluídos na área de componentes elétricos.

** Valor total = soma dos valores das áreas de recuperação de componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1 Conclusões

O *checklist* digital é uma maneira de utilizar a tecnologia da informação e comunicação para facilitar e agilizar a etapa de coleta de dados de manutenção, algo crescente nas indústrias atuais, conforme sinalizam os autores Holmberg et al. (2010), Muller, Marquez e Iung (2008). Ele se mostra muito promissor quando pensamos nos bloqueios que o sistema pode ter, evitando preenchimentos indevidos e reduzindo o retrabalho durante as correções. A garantia da qualidade das informações permite uma melhor rastreabilidade do componente e de sua recuperação, fornecendo ao processo maior confiabilidade.

Além disso, o acesso direto no dispositivo móvel reduz movimentações desnecessárias, como a busca do documento físico; o tempo de espera, do sistema e da pessoa responsável pela impressão; e evita a utilização de um formulário desatualizado.

Por fim, a inserção dos dados no sistema pelo próprio mantenedor proporciona dois benefícios. O primeiro é a garantia da confiabilidade da informação, a qual poderia ser comprometida no processo de digitação, tanto pela dificuldade no entendimento da escrita quanto pelo erro humano. O segundo é o acesso em tempo real aos dados, ou seja, não é necessário aguardar a disponibilidade do digitador para verificar o histórico de manutenção em meio virtual.

A solução desenvolvida pode ser classificada como uma inovação incremental de processo, pois resulta em uma melhoria na maneira como as etapas de registro de dados técnicos são realizadas, e como tecnológica sustentável, sendo que seu objetivo original não estava relacionado à sustentabilidade, mas resultou em um efeito positivo para o meio ambiente, ao propor uma ferramenta que reduzirá a quantidade impressões pela organização.

Este trabalho, portanto, cumpre o objetivo proposto de apresentar um mecanismo digital, já testado, para a coleta e visualização dos dados técnicos obtidos durante a recuperação de componentes de locomotivas. As alterações sugeridas e testadas para a atividade de coleta da informação da manutenção respondem as duas questões da pesquisa: “Como criar mecanismos para reduzir os erros de preenchimento de dados do processo de recuperação de

componentes de locomotivas nos formulários?” e “Como agilizar o acesso aos documentos e aos dados do processo de recuperação de componentes de locomotivas?”.

Vale ressaltar que o trabalho em questão não definiu como objetivo a implementação da ferramenta proposta na empresa, sendo essa uma sugestão para projetos futuros, principalmente quando consideramos a viabilidade e a sustentabilidade resultante de sua utilização.

Um resumo dos resultados alcançados na pesquisa está disponível no Quadro 27.

Quadro 27: Resultados alcançados

Item	Resultado esperado	Resultado alcançado
Objetivo geral	Apresentar um mecanismo digital, inovador e já testado, para o preenchimento e a visualização dos dados técnicos obtidos durante a recuperação de componentes de locomotivas da MRS Logística.	Projeto piloto realizado na célula de bateria, com a criação de um formulário digital e a utilização de um dispositivo móvel para a coleta dos dados de manutenção. Análise do investimento necessário para a implementação do <i>checklist</i> digital na área de recuperação de componentes de locomotivas da MRS Logística.
Objetivos específicos	Realizar o levantamento da documentação técnica utilizada no processo de recuperação de componentes de locomotivas.	Total de documentação técnica: 663 Total de formulário: 259 (61%) Total de procedimentos: 404 (39%)
	Definir os requisitos do sistema para o preenchimento dos dados técnicos em meio virtual.	Criação de bloqueios no formulário digital, considerando as regras pré-estabelecidas em procedimentos.
	Desenvolver uma inovação incremental para a coleta e visualização dos dados técnicos.	Desenvolvimento do <i>checklist</i> digital, que permite a utilização de dispositivos móveis para a coleta dos dados pelo próprio mantenedor e a disponibilização dessas informações em meio virtual.
	Testar a inovação incremental desenvolvida.	Simulação do preenchimento do <i>checklist</i> digital com os mantenedores da unidade de análise, a célula de recuperação de bateria.
	Validar a inovação incremental junto aos usuários e gestores.	As entrevistas forneceram informações sobre a opinião dos usuários e gestores em relação à inovação proposta. Os testes permitiram validar praticamente o novo processo junto aos mantenedores, ou seja, aos principais usuários do <i>checklist</i> digital.
Questões de pesquisa	Como criar mecanismos para reduzir os erros de preenchimento de dados do processo de recuperação de componentes de locomotivas nos formulários?	Através de formulários digitais, com a utilização da tecnologia de informação para gerar bloqueios na entrada dos dados técnicos.
	Como agilizar o acesso aos documentos e aos dados do processo de recuperação de componentes de locomotivas?	Através de formulários digitais, em que os dados são digitados diretamente pelos mantenedores, ou seja, ficam disponíveis eletronicamente no momento da recuperação dos componentes e eliminam a necessidade da espera pela digitação e da busca física pelo documento.

Fonte: Elaborado pela autora.

8.2 Sugestões e contribuições

Considerando o processo de implementação do projeto e de sua continuidade, ou seja, a manutenção dos recursos, sistemas e banco de dados, além do desenvolvimento de melhorias, sugere-se a contratação de uma especialista na área de programação e de tecnologia da informação e comunicação. Esse profissional será responsável pela digitalização dos formulários e pelo gerenciamento do banco de dados, o que ocorrerá com maior eficácia e eficiência, devido à maior familiaridade com as ferramentas necessárias para o processo.

Além disso, caberá a esse funcionário a atualização das informações de toda a gerência, devido à alteração de procedimentos e, conseqüentemente, dos *checklist*, assim como a inserção de novos formulários no sistema. Por fim, a existência de um profissional dedicado a essa atividade permitirá a melhoria contínua do sistema, buscando sempre otimizar a inserção de informações e facilitar esse processo para os funcionários, ou seja, a interface homem-máquina.

Vale ressaltar que para o processo atual existem funcionários dedicados às atividades de conferência e inserção de documentação no sistema de gestão utilizado pela MRS Logística, assim como para a geração de relatórios. Sendo assim, podemos considerar que esse especialista teria uma função semelhante à desses funcionários, contudo, focado no gerenciamento do banco de dados das informações de manutenção.

8.3 Limitações

A gestão da inovação é muito importante, mas ainda está em processo de desenvolvimento na MRS Logística, ou seja, os projetos encontram barreiras quando se tornam interdepartamentais e, como consequência, a implementação se depara com prazos extensos. Hansen e Birkinshaw (2007) sinalizam essa situação de forma clara, quando mencionam que empresas que utilizam os processos normais para desenvolver uma ideia, acabam colocando a execução do projeto em um impasse, pois o mesmo se depara com uma diversidade de áreas e pessoas e, conseqüentemente, suas rotinas e burocracia. Além disso, mesmo sendo aprovado o desenvolvimento da inovação, o mesmo “não chega a lugar nenhum”, pois está estagnado em “uma parte da organização que está ocupada fazendo outras coisas” e que não consegue perceber o potencial.

Essa burocracia está relacionada com a chamada “máquina de desempenho”, ou seja, os processos responsáveis pelo retorno financeiro em uma empresa consolidada (GOVINDARAJAN, TRIMBLE, 2010). Uma atividade não rotineira pode resultar em impacto negativo nessas tarefas que geram o “lucro confiável”, não sendo, portanto, desejáveis. Em resumo, nesse modelo de organização, as pessoas e setores possuem metas claras e bem estabelecidas e a inovação pode ser considerada um processo extra, que irá dividir atenção com a rotina. Entretanto, como as áreas são medidas pelas entregas pré-estabelecidas, essas são priorizadas em detrimento das demandas não planejadas, as quais podem consumir recursos não disponíveis e prejudicar os indicadores.

Portanto, a maior limitação encontrada durante o desenvolvimento do projeto foi a burocracia resultante da interface com outros setores. Algumas etapas precisaram ser simuladas, devido aos prazos necessários para se ter acesso às ferramentas para o teste em ambiente real. Entretanto, como o meio virtual possibilita uma facilidade na simulação, essa questão não resultou em impactos maiores, sendo possível testar e analisar a viabilidade da solução identificada.

8.4 Projetos futuros

O presente trabalho apresenta um projeto em escala piloto e utilizando um sistema que não é personalizado para a atividade realizada. Portanto, como sugestão para projetos futuros é possível citar:

- Criação de um sistema personalizado para interligar a solução desenvolvida aos softwares utilizados pela empresa, o que garantirá que os dados preenchidos durante a manutenção sejam armazenados e disponibilizados no programa oficial da organização. Sendo assim, além de permitir o preenchimento dos dados pelos mantenedores, de acordo com os parâmetros estabelecidos em procedimento, o sistema deverá realizar o armazenamento das informações no banco de dados, gerar relatórios e permitir a atualização do *checklist* digital pela área, quando necessário;
- Implementação do *checklist* digital na célula de bateria;
- Expansão do *checklist* digital para todas as células da Coordenação de Recuperação de Componentes Elétricos;
- Expansão do *checklist* digital para as outras coordenações da Gerência de Recuperação de Componentes de Locomotivas;

- Expansão do *checklist* digital para as demais gerências da Diretoria de Engenharia e Manutenção;
- Expansão do acesso à documentação digital, por parte dos mantenedores, para os procedimentos, garantindo a visualização dos arquivos durante o processo de manutenção e sustentabilidade do processo, ao reduzir a quantidade de impressão e reimpressão.

REFERÊNCIAS

ART OF LEAN. **Toyota production system basic handbook**. [S.l.]: Art of lean [online] Disponível em: <http://www.artoflean.com/files/Basic_TPS_Handbook_v1.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.

ARTHUR D. LITTLE. **Innovation high ground report**: How Leading Companies are Using Sustainability-Driven Innovation to Win Tomorrow's Customers. 2005. 20 p. Disponível em: <http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_Innovation_High_Ground_report_03.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2017.

BALDAM, R.; VALLE, R.; ROZENFELD, H. **Gerenciamento de processos de negócio - BPM** – Uma referência para implantação prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

BALDWIN, R. **How do you spell e-maintenance?**. [S.l.]: Maintenance technology, 2000. Disponível em: <<http://www.maintenancetechnology.com/2000/04/how-do-you-spell-e-maintenance/>>. Acesso em: 04 maio 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa de juros**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/>>. Acesso em: 25 jul 2017.

BERTI, A. **Contabilidade e análise de custo**. Curitiba: Juruá, 2006. p. 22.

BRASCOMM. **Como funciona a rastreabilidade de produtos**. Disponível em: <<https://www.brascomm.net.br/como-funciona-rastreabilidade-de-produtos/>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

BRASIL. Lei 9.718 de 27 de novembro de 1998. Altera a Legislação Tributária Federal. **Câmara dos Deputados**, Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1998/lei-9718-27-novembro-1998-372109-norma-atualizada-pl.html>>. Acesso em: 09 ago. 2017.

BRASIL. Lei 10637 de 30 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a não-cumulatividade na cobrança da contribuição para os Programas de Integração Social (PIS) e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (Pasep), nos casos que especifica; sobre o pagamento e o parcelamento de débitos tributários federais, a compensação de créditos fiscais, a declaração de inaptidão de inscrição de pessoas jurídicas, a legislação aduaneira, e dá outras providências. **Portal da Legislação**, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10637.htm>. Acesso em: 09 ago. 2017.

BRASIL. Lei 10973 de 02 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Portal da Legislação**, Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm>. Acesso em: 19 mar. 2017.

BRASIL. Lei 11727 de 23 de junho de 2008. Dispõe sobre medidas tributárias destinadas a estimular os investimentos e a modernização do setor de turismo, a reforçar o sistema de proteção tarifária brasileiro, a estabelecer a incidência de forma concentrada da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - Cofins na produção e comercialização de álcool; altera as Leis nºs 10.865, de 30 de abril de 2004, 11.488, de 15 de junho de 2007, 9.718, de 27 de novembro de 1998, 11.196, de 21 de

novembro de 2005, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 7.689, de 15 de dezembro de 1988, 7.070, de 20 de dezembro de 1982, 9.250, de 26 de dezembro de 1995, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 9.249, de 26 de dezembro de 1995, 11.051, de 29 de dezembro de 2004, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, 8.213, de 24 de julho de 1991, 7.856, de 24 de outubro de 1989, e a Medida Provisória nº 2.158-35, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Câmara dos Deputados**, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2008/lei-11727-23-junho-2008-576985-norma-atualizada-pl.html>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

BUZELIN, J.; COELHO, E.; SETTI, J. **A ferrovia de Minas, Rio e São Paulo**. Brasil: Memória do Trem, 2002.

CÉSAR, F. **Ferramentas básicas da qualidade**. 1. ed. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2011. p. 107.

CÉSAR, F. **Ferramentas gerenciais da qualidade**. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2013.

CITISYSTEMS. **O que é rastreabilidade**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-rastreabilidade/>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

COELHO, A. A estrutura das organizações. In: LISBOA, J. et al. **Introdução à gestão de organizações**. 1. ed. 1. reimpressão. Porto: Vida Económica, 2013. cap. 5.

COELHO, N. **Padronização de processos**: um estudo das etapas de padronização em uma organização de grande porte do setor do meio ambiente. 2010. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.

CONGER, D. **Process mapping and management**. New York: Business Expert Press, 2011. p. 5-6.

CORIAT, B. **Pensar al revés**: Trabajo y organización en la empresa japonesa. 5. ed. México: Siglo Veintiuno, 2000.

COZZENS, S.; KAPLINSKY, R. Innovation, poverty and inequality: cause, coincidence, or co-evolution?. In: LUNDVALL, B. et al. **Handbook of innovation system and developing countries**. Massachusetts: Edward Elgar, 2009. cap. 3. p. 58.

CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DAMANPOUR, F. Organizational complexity and innovation: developing and testing multiple contingency models. **Management Science**, v. 42, n. 5, maio 1996, p. 693-716.

DATALYZER. **Coefficiente de variação (CV)**. 2009. Disponível em: <<http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info39/39.html>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

DAVENPORT, T. **Process innovation**: Reengineering Work through Information Technology. Massachusetts: Harvard Business School Press, 1992.

DIRECT INDUSTRY. **Ni-Cd battery / rechargeable**: SRX series. Disponível em: <<http://www.directindustry.com/prod/saft/product-19840-1600226.html>>. Acesso em 08 fev. 2017.

ELECTROPAEDIA. **Lead acid batteries**. Disponível em: <<http://www.mpoweruk.com/leadacid.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

FAGERBERG, J. Innovation: A Guide to the Literature. In: FAGERBERG, J; MOWERY, D.; NELSON, R. **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2004. cap. 1.

FATUR, A. **EU competition law and the information and communication technology network industries**. Oxford: Hart Publishing, 2012.

FOGLIATTO, F.; RIBEIRO, J. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

GERRING, J. The Case Study: What it is and What it Does. **Oxford Handbooks Online**, [s.l.], p.1-36, jul. 2011. Oxford University Press.

GNEDENKO, B.; USHAKOV, I. **Probabilistic reliability engineering**. New York: John Wiley & Sons, 1995.

GOBLE, W. **Control system safety evaluation and reliability**. 3. ed. Unites States of America: International Society of Automation, 2010. cap. 3. p. 60.

GOTEL, O. et al. Traceability Fundamentals. In: HUANG, J.; GOTEL, O.; ZISMAN, A. **Software and systems traceability**. New York: Springer, 2012. p. 3-22.

GOVINDARAJAN, V.; TRIMBLE, C. **O outro lado da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 1-26.

HAN, T.; YANG, B. Development of an e-maintenance system integrating advanced techniques. **Computers in Industry**, n. 57, 2006, p. 569–580.

HANSEN, M.; BIRKINSHAW, J. The Innovation Value Chain. **Harvard Business Review**, jun. 2007. Disponível em: <<http://hbsp.harvard.edu/hbsp/hbr/articles/article.jsp?articleID=R0706>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

HOLMBERG, K. et al. **E-maintenance**. Londres: Springer, 2010. p. 45-49.

HORBACH, J. **Indicator systems for sustainable innovation**. Alemanha: Physica-Verlag Heidelberg, 2005. p. 1-3.

INVENTTA. **A inovação: definição, conceitos e exemplos**. Disponível em: <<http://inventta.net/radar-inovacao/a-inovacao/>>. Acesso em: 20 maio 2015.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. Survey indicators for environmental innovation. **IDEA Paper Series**, n. 8. Holanda: STEP Group, 1998. Disponível em: <<https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/226478/Idea8.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

KLEYNER, A. Foreword. In: RAHEJA, D.; GULLO, L. **Design for reliability**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

LIMA, R. **Cronoanálise**: determinação do tamanho da amostra. Disponível em: <<http://aprendendogestao.com.br/introducao-a-cronoanalise/#section9>> e <<https://youtu.be/iR7qAh0GDwU>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Knowledge center**. Disponível em: <<http://www.lean.org/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Onde está o desperdício?**. Disponível em: <http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_250.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

LEISMANN, E. **Análise de viabilidade e risco em projetos de investimentos**. [S.l.]: Simplíssimo, 2016.

LOCKE, L.; SPIRDUSO, W. SILVERMAN, S. **Proposals that work**: a guide for planning dissertations and grant proposals. 6. ed. United States of America: Sage, 2014. cap. 5.

LOPES, M. **Elaboração e análise de projetos de investimento**. 2. ed. Porto: Feup, 2012.

LOUZADA, D. et al. **Gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006. (Guia do Profissional, v. III).

MACCALLUM, D. et al. **Social innovation and territorial development**. Inglaterra: Ashgate, 2009.

MAGALHÃES, M.; LIMA, A. **Noções de probabilidade e estatística**. 6. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. 392 p. Edição revisada.

MINITAB. **O que é coeficiente de variação?**. Disponível em: <<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/summary-statistics/what-is-the-coefficient-of-variation/>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

MINTZBERG, H. **Criando organizações eficazes: estruturas em cinco configurações**. São Paulo: São Paulo Atlas, 2003.

MISHRA, R. **Reliability and maintenance engineering**. New Delhi: New Age International, 2006. p. 1.

MOURA, H. **PMP sem segredos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

MRS LOGÍSTICA. MRS ontem e hoje. **Estação Central**, n. 10, p. 9. dez. 2016.

MRS LOGÍSTICA. **Estrutura e governança**. Disponível em: < <https://www.mrs.com.br/empresa/estrutura-governanca/>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

MRS LOGÍSTICA. **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.mrs.com.br/empresa/quem-somos/>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

MULLER, A.; MARQUEZ, A.; IUNG, B. On the concept of e-maintenance: Review and current research. **Reliability Engineering and System Safety**, n. 93, 2008, p. 1165-1187.

NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical Innovation and National Systems. In: NELSON, Richard R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York: Oxford University Press, 1993. cap. 1. p. 4.

NORDIC CONCIL OF MINISTERS. **Food contract materials** – in-house documentation and traceability. Copenhagen: Ekspressen Tryk & Kopicenter, 2008. cap. 5.

OHNO, T. **Toyota production system beyond large-scale production**. Tradução de Norman Bodek. New York: Productivity Press, 1988.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; GABINETE ESTATÍSTICO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. **Manual de Oslo**. 2005. Brasil Inovador. Disponível em: <http://download.finep.gov.br/dcom/brasil_inovador/arquivos/manual_de_oslo/prefacio.html>. Acesso em: 20 maio 2015.

PAIM, R. et al. **Gestão de processos: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PALLONE, S. Inovação em serviço. **Revista Eletrônica de P,D&I**, 30 set. 2014. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/dicas-de-leitura/inovacao-em-servicos/>>. Acesso em: 18 maio 2015.

PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da produção** (opções industriais e de serviços). Curitiba: UnicenP, 2007. cap. 2.

PROGRESSIVE DYNAMICS. **Battery basics**. Disponível em: <http://www.progressivedyn.com/battery_basics.html>. Acesso em: 05 maio 2016.

RECEITA FEDERAL. **Sistema normas**. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

REVISTA FERROVIÁRIA. **Baterias ferroviárias Moura no NT 2010**. 2010. Disponível em: <<http://revistaferroviaria.com.br/index.asp?InCdEditoria=1&InCdMateria=11081&pagina=>>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

REVISTA FERROVIÁRIA. **GNB fabricará baterias para locomotivas no Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.revistaferroviaria.com.br/index.asp?InCdEditoria=1&InCdMateria=20779>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

ROLLS BATTERY. **Batteries**. Disponível em: <<http://www.rollsbattery.com/catalog/>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

ROSS, S. et al. Valor presente líquido e outras regras de análise de investimentos. 10. ed. In: _____. **Administração financeira**. Porto Alegre: AMGH editora, 2015. cap. 5.

ROTHER, M.; SHOOK, J.(2012). **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. Tradução de Lean Institute Brasil. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2013. v. 1.4.

SANCHES, D (sem data). **Tópicos especiais em eletroeletrônica**. p. 21. Disponível em: <<https://www.livrebooks.com.br/livros/topicos-especiais-em-eletronica-durval-sanchesn44vlpaxdoc/baixar-ebook>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

SANTOS, C. **Apostila da disciplina CRP 194 – Estatística Experimental**. Rio Parnaíba: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 142 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/1177928/apostiladecrp194estatisticaexperimental>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SLUSZZ, T. et al. O modelo de Inovação Aberta no Apoio ao Desenvolvimento Regional. **Desenvolvimento em Questão**, ano 11, n. 24, set./dez. 2013, p. 141-168.

TELLIS, W. Application of a Case Study Methodology. **The Qualitative Report**, v. 3, n. 3, set. 1997, p. 1-19.

TEMPLUM CONSULTORIA ILIMITADA. **A importância da rastreabilidade**. Disponível em: <<http://certificacaoiso.com.br/importancia-da-rastreabilidade/>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

TERRA FORUM. **Inovação de A a Z**. Disponível em: <<http://inove.terraforum.com.br/Paginas/inovacao.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2015.

TESOURO NACIONAL. **Entenda cada título no detalhe**. Disponível em: <<http://www.tesouro.fazenda.gov.br/tesouro-direto-entenda-cada-titulo-no-detalhe#this>>. Acesso em: 08 maio 2017.

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**. 1990. Disponível em: <http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/IEEE_SoftwareEngGlossary.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2017.

THOMPSON, V. Bureaucracy and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 10, jun. 1965. p. 1-20.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VERGARA, S. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

VERGUEIRO, W. **Qualidade em serviços de informação**. São Paulo: Arte & Ciência, 2002. p. 53-54.

WEBER, M.; HEMMELSKAMP, J. **Towards environmental innovation systems**. Heidelberg: Springer, 2005. p. 238-250.

XAVIER, C. et al. **Gerenciamento de projetos de mapeamento e redesenho de processos: uma adaptação da metodologia Basic Methodware**. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia, 2017.

YIN, R. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE I – Verificação de *checklist*

Foram digitados os tempos do processo de recuperação de bateria chumbo-ácida de 24 formulários, classificadas como T1, T2 ... T24, conforme Tabela 28. As células da planilha destacadas são os itens identificados como ponto fora da curva. Tempos entre etapas foram denominados “tempo de espera”, sendo que o mesmo pode considerar momentos em que não há atividade na oficina, por exemplo, final de semana. O tempo total de cada etapa foi obtido através da subtração da data e hora final pela inicial, conforme exemplo sinalizado na Figura 26.

Figura 26: Cálculo tempo total

A	AX	AY	AZ
Período: Jul-Out	T17	início	término
Formulário de Recuperação			
OP	2471751		
Carga inicial	=AZ5-AY5	30/08/2016 21:40	31/08/2016 13:00

Fonte: Adaptado de Microsoft Office Excel (sem data).

Em seguida, foi calculada a média, o desvio padrão, a variância e o coeficiente de variação, conforme Tabela 29. As células destacadas apresentam os maiores valores de coeficiente de variação e, conforme esperado, estão relacionadas às linhas que possuem pontos classificados como fora da curva, ou seja, cujos números estão muito distantes dos demais itens.

Tabela 28: Tempo de recuperação de bateria por etapa

Item / Formulário	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24
Carga inicial	15:00	15:00	15:00	14:00	15:00	15:00	15:00	15:15	15:00	15:05	15:30	17:00	15:55	15:00	15:30	15:14	15:20	15:00	15:00	16:00	16:00	15:00	15:20	15:20
Equalização	11:10	06:30	02:30	10:25	07:40	21:43	02:40	04:33	07:40	02:30	03:20	09:40	04:30	08:30	07:00	02:12	03:10	00:25	09:25	07:50	03:45	08:15	02:40	07:50
Tempo de espera 1	20:20	01:00	04:30	13:05	12:50	01:32	18:20	04:17	18:20	00:30	23:40	17:00	03:50	13:50	14:30	18:08	18:40	04:15	15:30	21:00	20:25	00:55	19:20	16:30
Padronização	06:05	06:10	21:27	07:40	07:05	09:35	03:00	01:17	09:22	19:00	19:10	01:29	18:03	01:10	11:18	09:50	08:36	22:08	00:37	02:37	08:00	16:50	23:55	21:30
Tempo de espera 2	08:35	08:30	17:38	21:25	14:30	09:05	02:00	09:08	08:18	20:40	03:00	15:11	16:02	02:20	17:32	11:00	18:14	17:30	01:10	11:07	14:34	23:45	04:15	02:20
Descarga	07:12	07:12	07:12	07:12	07:12	07:12	07:12	07:10	07:12	07:11	07:11	07:11	07:11	07:12	07:12	07:11	07:12	07:11	07:11	07:11	07:11	07:11	07:12	07:12
Tempo de espera 3	03:38	03:38	07:23	00:13	03:33	03:53	00:18	06:00	05:58	07:09	00:09	04:29	04:14	00:18	00:13	04:09	00:08	04:01	00:17	04:05	00:35	00:04	00:18	01:58
Carga final	22:25	22:35	19:00	11:30	16:15	03:50	11:10	17:55	19:22	17:45	21:14	14:45	21:45	20:55	12:25	16:00	20:40	22:15	19:45	20:40	22:54	17:25	14:55	20:20
Tempo total do processo	17:21	09:27	17:09	02:47	05:12	09:20	15:02	20:59	10:36	12:20	18:25	02:05	19:24	04:47	05:25	02:27	06:58	18:59	03:58	06:18	13:19	16:41	16:02	00:12
Tempo total + T espera	01:54	22:35	22:40	13:30	12:05	23:50	11:40	16:24	19:12	16:39	21:14	14:45	19:30	21:15	13:40	11:44	20:00	20:45	20:55	18:30	00:53	17:25	15:55	21:00
T total (dias)	11,08	6,94	9,94	12,56	9,50	9,99	9,49	32,68	9,80	24,69	8,88	13,61	9,81	8,89	7,57	13,49	9,83	8,86	10,87	11,77	12,04	8,73	9,66	7,88

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm (hora : minuto).

** As medidas foram denominadas TX, sendo X o número da medição, o qual varia de 1 a 24.

Tabela 29: Análise estatística - Tempos de recuperação de bateria chumbo-ácida

Item	Média		Desvio padrão		Variância		Coeficiente de variação
Carga inicial	15:16	0,64	00:33	0,02	00:00	5,32E-04	3,62%
Equalização	03:29	4,15	01:27	1,06	03:00	1,12	25,59%
Tempo de espera 1	23:35	0,98	19:10	0,80	15:19	0,64	81,27%
Padronização	23:39	0,99	14:32	0,61	08:48	0,37	61,44%
Tempo de espera 2	17:34	0,73	15:32	0,65	10:04	0,42	88,46%
Descarga	07:11	0,30	00:00	0,00	00:00	1,68E-07	0,14%
Tempo de espera 3	06:46	0,28	14:10	0,59	08:22	0,35	209,08%
Carga final	22:49	2,95	14:20	4,60	03:18	21,14	155,80%
Tempo total do processo	14:38	9,61	15:13	5,63	17:55	31,74685	59%
Tempo total + T espera	14:35	11,6	15:42	5,65	23:19	31,97184	49%

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm (hora : minuto).

** A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 1,68E-07 significa 0,000000168.

Também é possível verificar esses pontos fora do padrão quando analisamos os gráficos de cada etapa (Figuras 27 a 39). As imagens posicionadas do lado esquerdo da folha (Figuras 27, 28, 30, 32, 33, 35, 36 e 38) representam as medidas sem nenhum tipo de alteração, enquanto as do direito (Figuras 29, 31, 34, 37 e 39) sinalizam a mudança com a substituição do valor com maior discrepância pela média das demais medições. Nem todas as atividades tiveram tempos diferentes do padrão, não sendo elaborado gráfico para as mesmas.

Ao retirar os valores atípicos, é possível perceber na Tabela 30 a redução da média e do coeficiente de variação das células destacadas. Vale ressaltar que foi alterada a linha referente à equalização, que não estava sinalizada na Tabela 29, pois foi observado no gráfico (Figura 28) um ponto distinto dos demais.

O tempo total obtido após a retirada das medidas discrepantes apresentou um coeficiente de variação de 16%, valor que classifica os dados como de média precisão (SANTOS, 2011) e média dispersão de dados (DATALYZER, 2017).

Tabela 30: Comparação de valores

Item	Média		Desvio padrão		Variância		Coefficiente de variação
Carga inicial	15:16	0,64	00:33	0,02	00:00	5,32E-04	3,62%
Equalização	05:54	4,25	15:20	0,64	09:48	0,41	15,05%
Tempo de espera 1	21:43	0,91	16:38	0,69	11:32	0,48	76,60%
Padronização	23:39	0,99	14:32	0,61	08:48	0,37	61,44%
Tempo de espera 2	15:42	0,65	12:15	0,51	06:15	0,26	78,08%
Descarga	07:11	0,30	00:00	0,00	00:00	1,68E-07	0,14%
Tempo de espera 3	03:00	0,13	02:41	0,11	00:18	0,01	89,55%
Carga final	19:14	1,80	00:29	1,02	00:59	1,04	56,65%
Tempo total do processo	23:16	7,97	05:40	1,24	12:40	1,53	16%
Tempo total + T espera	15:42	9,65	13:03	1,54	09:12	2,38	16%

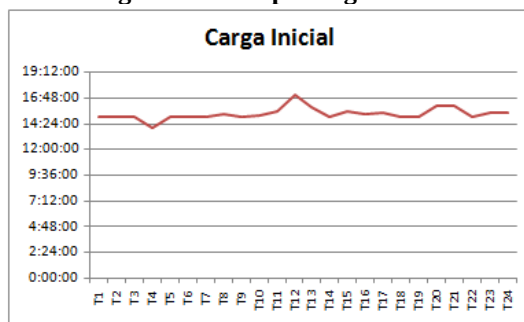
Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

** A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 1,68E-07 significa 0,000000168.

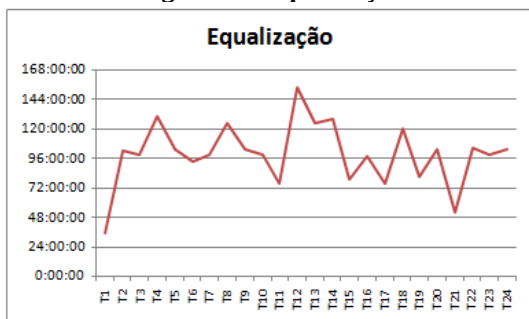
Gráficos de cada etapa com os tempos por formulário

Figura 27: Tempo carga inicial



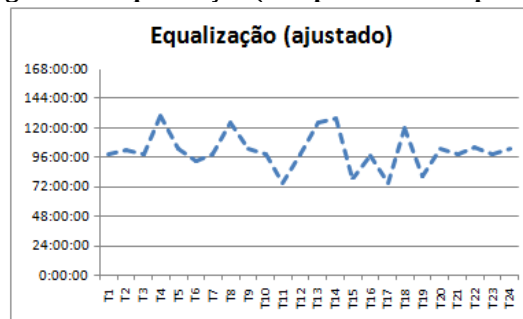
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 28: Equalização



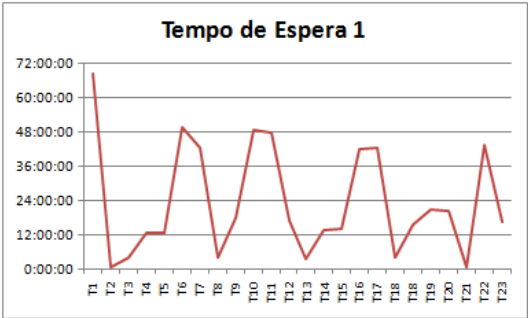
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 29: Equalização (sem ponto fora do padrão)



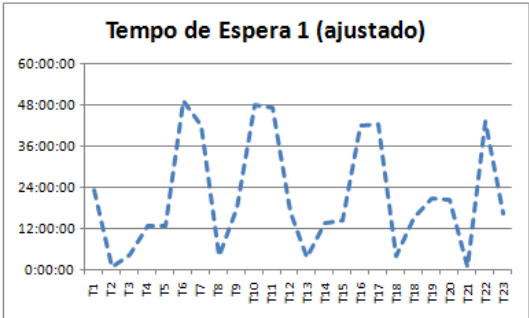
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 30: Tempo de espera 1



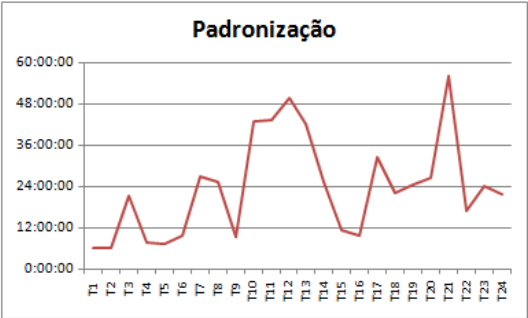
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 31: Tempo de espera 1 (sem ponto fora do padrão)



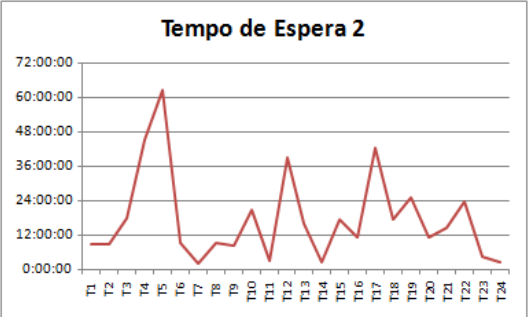
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 32: Padronização



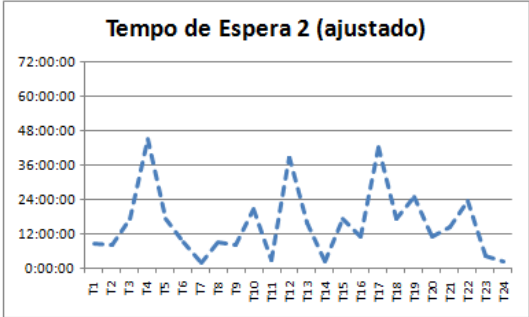
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 33: Tempo de espera 2



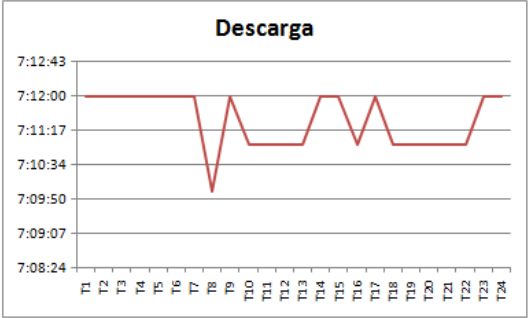
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 34: Tempo de espera 2 (sem ponto fora do padrão)



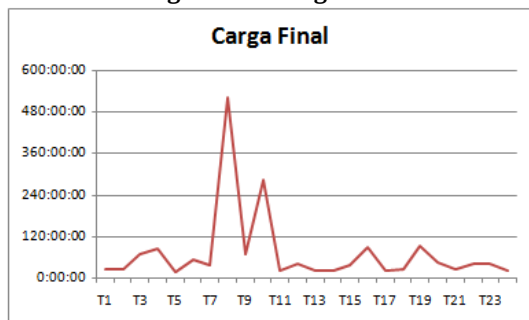
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 35: Descarga



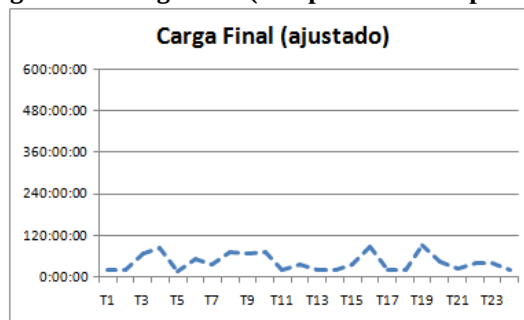
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 36: Carga final



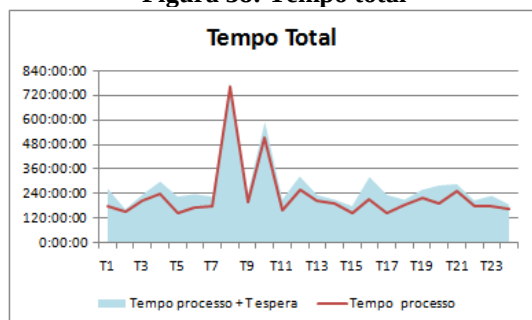
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 37: Carga final (sem ponto fora do padrão)



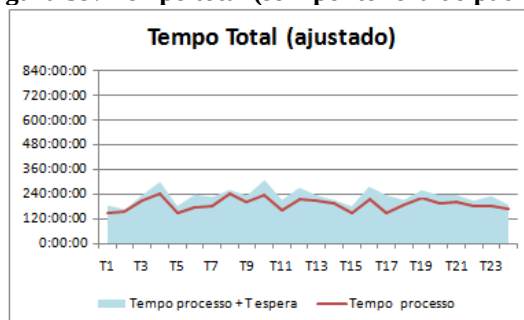
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 38: Tempo total



Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 39: Tempo total (sem ponto fora do padrão)



Fonte: Dados de pesquisa.

APÊNDICE II – Cronoanálise

O processo de cronoanálise foi utilizado para as etapas de recebimento, limpeza, inspeção final, pintura e embalagem. O objetivo principal foi fornecer uma noção geral do processo e dos tempos das atividades e, como os dados coletados não serviram de insumo para os testes e análises ao longo deste trabalho, ou seja, não tem representatividade estatística, não foi necessário um alto grau de confiança da amostra. Portanto, não foi utilizado como base para a definição da quantidade de medições um grau de confiança de 95%, que demandaria uma quantidade de medições conforme Tabela 31. As fórmulas e parâmetros utilizados para o cálculo do tamanho da amostra (n) estão descritos na Quadro 28.

Quadro 28: Parâmetros para o cálculo do tamanho da amostra

Parâmetros	Fórmula	Valor
Tamanho da amostra (n)	$n \geq \left(\frac{2t_{\alpha/2; GL} S}{k \bar{x}} \right)^2$	Tabela 31
Grau de Confiança	-	95%
Valor α	1 – Grau de Confiança	5%
Tolerância (k)	-	10%
Tamanho da amostra coletado	-	4
Graus de Liberdade (GL)	n - 1	3
Valor T ($\alpha/2$; GL)	3,1824	3,1824

Fonte: Elaborado pela autora com fórmulas extraídas de Freivalds e Niebel (2013, apud LIMA, 2016).

Tabela 31: Cálculo do tamanho da amostra para 95% de grau de confiança

Ciclo	Recebimento	Recebimento sem CL	Limpeza	Inspeção final	Pintura	Pintura atv. principal	Embalagem	Embalagem s/ mov
1	35,80	27,20	27,95	88,27	16,18	10,72	13,42	8,37
2	52,85	30,12	24,25	64,60	20,33	9,87	10,77	9,00
3	46,75	31,32	29,27	45,62	27,68	12,35	9,42	7,68
4	38,93	28,42	24,35	69,48	16,55	11,57	10,02	8,38
Média	43,58	29,26	26,45	66,99	20,19	11,13	10,90	8,36
Desvio Padrão	7,71	1,82	2,55	17,53	5,34	1,07	1,76	0,54
IC inferior	31,32	26,37	22,40	39,10	11,69	9,42	8,10	7,50
IC superior	55,84	32,16	30,50	94,88	28,68	12,83	13,71	9,21
K-observado	56,26%	19,77%	30,62%	83,26%	84,15%	30,66%	51,47%	20,48%
"n" necessário	126,62	15,64	37,50	277,26	283,22	37,60	105,99	16,78

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

*Valores de cronoanálise em minutos decimais.

Foram realizadas quatro medições para cada macro-atividade, as quais foram analisadas considerando a média, o desvio padrão, a variância, o coeficiente de variação e o grau de confiança. A classificação da precisão dos dados considerou os conceitos de Santos (2011) e

Datalyzer (2017), disponíveis no referencial teórico (Quadro 10). Vale ressaltar que o maior foco foi o *checklist* de recuperação de bateria chumbo-ácida, pois os testes do projeto ocorreram durante esse processo.

Na etapa de recebimento foram cronometrados quatro funcionários realizando a inspeção inicial da bateria chumbo-ácida. As tarefas foram agrupadas em dois grupos: preenchimento de *checklist*, que retrata o tempo utilizado para a documentação, e atividade de recebimento, referente à execução. Os tempos obtidos estão disponíveis na Tabela 32.

Tabela 32: Cronoanálise - Recebimento de bateria chumbo-ácida

Data da cronoanálise:	20/01/2017	23/01/2017	23/01/2017	27/01/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	2	2	2	2
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1
Etapas	Tempo de duração (hh:mm:ss)			
Preparação	00:03:15	00:12:30	00:06:59	00:07:46
Ler POP / Dados <i>Checklist</i>	00:00:25	00:03:17	00:00:26	00:00:56
Criar número de série	-	00:02:41	00:01:03	-
Preencher dados da etiqueta laranja no <i>Checklist</i>	00:03:28	00:03:01	00:03:45	00:01:51
Realizar medição de densidade (16 elementos + Total)	00:05:05	00:05:56	00:03:07	00:05:07
Preencher dados de densidade no <i>Checklist</i>	00:02:00	00:03:01	00:01:25	00:02:31
Realizar medição da tensão (16 elementos + Total)	00:03:37	00:02:32	00:04:42	00:05:09
Preencher dados de tensão no <i>Checklist</i>	00:02:10	00:04:37	00:04:08	00:02:12
Medir temperatura	00:01:53	00:00:15	-	-
Preencher temperatura no <i>Checklist</i>	00:00:44	00:00:34	-	-
Realizar conferências do estado da bateria	00:01:45	00:01:23	00:01:23	00:02:07
Preencher <i>Checklist</i>	00:00:14	00:05:33	00:04:39	00:03:01
Movimentação	00:11:12	00:06:33	00:12:03	00:08:16
Espera por ferramenta	-	00:00:58	00:03:05	-
Passar <i>Checklist</i> com erros a limpo	-	-	-	00:03:01
Tempo total - atividade	00:27:12	00:30:07	00:31:19	00:28:25
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i>	00:08:36	00:16:46	00:13:57	00:12:36
Tempo total - recebimento	00:35:48	00:52:51	00:46:45	00:38:56
Tempo total - atividade / bateria	00:13:36	00:15:03	00:15:40	00:14:13
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i> / bateria	00:04:18	00:08:23	00:06:58	00:06:18
Tempo total - recebimento / bateria	00:17:54	00:26:25	00:23:23	00:19:28

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

** As linhas coloridas servem para destacar as etapas de preenchimento de *checklist*.

*** Os valores “/bateria” representam o tempo da atividade dividido por 2 (número de jogos recebidos).

É possível verificar na Tabela 33 que a maior diferença ocorreu no tempo de preenchimento de formulário, que teve um desvio padrão de 3,4 minutos e um coeficiente de variação de 26%, enquanto nas atividades de recebimento os valores foram de apenas 1,76 minutos e 6%, respectivamente. A variância apresentou um número extremamente baixo para os dois grupos, sendo representada na sexta casa decimal, resultado bem diferente dos números apresentados

no APÊNDICE I, que chegaram a ter valores inteiros ou na primeira casa decimal. Os dados, portanto, apresentam alta precisão, uma dispersão homogênea e um grau de confiança de 79,4%, quando desconsideramos a atividade de preencher o *checklist*.

Tabela 33: Análise estatística - Tempos de recebimento de bateria chumbo-ácida

Etapas	Média		Desvio Padrão		Variância		C.V.
Tempo total - atividade	00:29:16	0,0203	00:01:49	0,0013	00:00:00	1,59E-06	6%
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i>	00:12:59	0,0090	00:03:24	0,0024	00:00:00	5,56E-06	26%
Tempo total - recebimento	00:43:35	0,0303	00:07:42	0,0054	00:00:02	2,86E-05	18%
Tempo total - atividade / bateria	00:14:38	0,0102	00:00:55	0,0006	00:00:00	3,99E-07	6%
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i> / bateria	00:06:29	0,0045	00:01:42	0,0012	00:00:00	1,39E-06	26%
Tempo total - recebimento / bateria	00:21:47	0,0151	00:03:51	0,0027	00:00:01	7,16E-06	18%

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

*A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 1,59E-06 significa 0,00000159.

** Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

*** Os valores “/bateria” representam o tempo da atividade dividido por 2 (número de jogos recebidos).

Durante a limpeza foram observados dois funcionários, sendo que cada um foi responsável por duas lavagens (Tabela 34). A baixa variabilidade dos dados, análise disponível na Tabela 35, pode ser constatada com os valores obtidos no desvio padrão (2,5 minutos), na variância (representada na sexta casa decimal) e no coeficiente de variação (10%), sendo que o último demonstra dados com alta precisão e uma dispersão homogênea. O grau de confiança com as quatro amostras foi de 62,5%.

Tabela 34: Cronoanálise - Limpeza da bateria chumbo-ácida

Data da cronoanálise:	07/02/2017	21/02/2017	09/03/2017	09/03/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	2	2	2	2
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1
Etapas	Tempo de duração (hh:mm:ss)			
Preparação	00:01:46	00:02:01	00:00:07	00:00:43
Preparar solução com bicabornato	00:01:34	00:01:04	00:02:46	00:02:37
Lavar bateria com solução com bicabornato	00:00:53	00:00:48	00:01:27	00:01:03
Lavar bateria com EPL	00:01:30	00:01:34	00:03:39	00:01:25
Lavar bateria com jato de água	00:06:35	00:05:42	00:06:36	00:04:26
Movimentação	00:05:58	-	-	-
Movimentação bateria	00:09:41	00:13:06	00:14:41	00:14:07
Tempo total	00:27:57	00:24:15	00:29:16	00:24:21
Tempo / bateria	00:13:59	00:12:07	00:14:38	00:12:11

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

** Os valores “/bateria” representam o tempo da atividade dividido por 2 (número de jogos recebidos).

Tabela 35: Análise estatística - Tempos de limpeza da bateria chumbo-ácida

Etapas	Média	Desvio Padrão	Variância	C.V.
Tempo total	00:26:27	0,0184	00:02:33	0,0018
Tempo / bateria	00:13:14	0,0092	00:01:16	0,0009

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

*A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 3,12E-06 significa 0,00000312.

** Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

*** Os valores “/bateria” representam o tempo da atividade dividido por 2 (número de jogos recebidos).

A inspeção final é uma etapa que apresenta grande variabilidade, pois, dependendo da condição da bateria e de seus elementos, as atividades podem ter maior duração ou pode ser necessário realizar tarefas diferenciadas. Na Tabela 36, por exemplo, é possível verificar que as duas primeiras baterias realizaram a troca de apenas um elemento, a terceira não precisou fazer essa etapa e a última teve duas substituições. Essa atividade acontece para evitar o sucateamento de um jogo completo quando apenas alguns elementos não conseguem atingir a densidade mínima estabelecida em procedimento. Logo, por depender do nível de sulfatação em que o elemento se encontra e da disponibilidade de outro em boa condição, não existe uma quantidade padrão de reposição de elementos.

Tabela 36: Cronoanálise - Inspeção final de bateria chumbo-ácida

Data da cronoanálise:	03/02/2017	08/02/2017	14/02/2017	10/03/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	1	1	1	1
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1
Etapas	Tempo de duração (hh:mm:ss)			
Preparação	00:04:52	00:02:07	00:02:10	00:02:43
Inspecionar visualmente a bateria	00:00:19	00:00:29	00:00:25	00:00:20
Verificar os terminais de saída	00:02:35	00:01:31	00:00:41	00:05:02
Verificar e corrigir nível do eletrólito	00:12:35	00:09:18	00:10:15	00:11:21
Procurar elemento para realizar substituição	00:01:47	00:00:41	-	00:00:57
Substituir elemento 1	00:08:40	00:09:57	-	00:14:33
Substituir elemento 2	-	-	-	00:13:02
Limpar fundo da bateria	00:01:25	00:03:23	00:04:18	00:03:08
Preparar e instalar o suporte isolante	00:17:05	00:01:18	00:01:23	00:02:54
Repor tampas da bateria	00:05:11	00:01:42	00:01:16	00:01:50
Reforço do numero de serie	00:01:54	00:00:20	00:00:25	00:00:40
Substituir borrachas de vedação	00:06:01	00:13:11	00:14:08	00:07:25
Preencher Checklist	00:03:59	00:02:20	00:00:51	00:01:35
Reposicionar bateria	00:07:20	00:02:39	00:01:30	00:02:55
Movimentação	00:07:36	00:12:36	00:07:11	00:01:04
Organizar área	00:06:57	00:03:04	00:01:04	-
Tempo total - atividade	01:24:17	01:02:16	00:44:46	01:07:54
Tempo total - preenchimento Checklist	00:03:59	00:02:20	00:00:51	00:01:35
Tempo total - Inspeção Final	01:28:16	01:04:36	00:45:37	01:09:29

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

** As linhas coloridas servem para destacar as etapas de preenchimento de checklist.

De maneira semelhante, a atividade de “preparar e instalar o suporte isolante” apresentou um tempo muito superior na primeira bateria, pois a mesma ainda não possuía o espaço para a fixação do item, sendo necessário realizar uma furação. Essa preparação, portanto, demandou um tempo maior.

Não só os exemplos mencionados, mas outras etapas também apresentaram dados com precisão muito baixa e com alta dispersão, o que pode ser verificado na Tabela 37, através dos coeficientes de variação com valor acima de 30%. Seguindo a tendência das etapas, o processo de inspeção teve coeficiente de variação de 23%, o que representa tempos com baixa precisão e média dispersão. O grau de confiança para o tamanho da amostra utilizada é de 27,2%.

Tabela 37: Análise estatística - Tempos de inspeção final de bateria chumbo-ácida

Etapas	Média		Desvio Padrão		Variância		C.V.
Preparação	00:02:58	0,0021	00:01:07	0,0008	00:00:00	0,0000	38%
Inspecionar visualmente a bateria	00:00:23	0,0003	00:00:04	0,0000	00:00:00	0,0000	17%
Verificar os terminais de saída	00:02:27	0,0017	00:01:38	0,0011	00:00:00	0,0000	67%
Verificar e corrigir nível do eletrólito	00:10:52	0,0075	00:01:14	0,0009	00:00:00	0,0000	11%
Procurar elemento para realizar substituição	00:01:08	0,0008	00:00:28	0,0003	00:00:00	0,0000	41%
Substituir elemento 1 e 2	00:11:33	0,0080	00:02:21	0,0016	00:00:00	0,0000	20%
Limpar fundo da bateria	00:03:04	0,0021	00:01:03	0,0007	00:00:00	0,0000	34%
Preparar e instalar o suporte isolante	00:05:40	0,0039	00:06:37	0,0046	00:00:02	0,0000	117%
Repor tampas da bateria	00:02:30	0,0017	00:01:34	0,0011	00:00:00	0,0000	63%
Reforço do numero de serie	00:00:50	0,0006	00:00:38	0,0004	00:00:00	0,0000	76%
Substituir borrachas de vedação	00:10:11	0,0071	00:03:31	0,0024	00:00:01	0,0000	35%
Preencher Checklist	00:02:11	0,0015	00:01:10	0,0008	00:00:00	0,0000	53%
Reposicionar bateria	00:03:36	0,0025	00:02:13	0,0015	00:00:00	0,0000	62%
Movimentação	00:07:07	0,0049	00:04:05	0,0028	00:00:01	0,0000	58%
Organizar área	00:03:42	0,0026	00:02:27	0,0017	00:00:00	0,0000	66%
Tempo total - atividade	01:04:48	0,0450	00:14:07	0,0098	00:00:11	0,0001	22%
Tempo total - preenchimento Checklist	00:02:11	0,0015	00:01:10	0,0008	00:00:00	0,0000	53%
Tempo total - Inspeção Final	01:07:00	0,0465	00:15:11	0,0105	00:00:13	0,0001	23%

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

*A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 2,36E-08 significa 0,0000000236.

** Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

A pintura, apesar de ser uma etapa simples, absorve tarefas com grande variabilidade, como a procura pela tampa que se encaixe corretamente na bateria, a limpeza da mesma e a própria movimentação do componente para realizar as atividades no local apropriado, considerando a não exposição dos demais funcionários que trabalham na célula ao produto químico utilizado. Ao desconsiderar essas três tarefas, ou seja, analisar apenas as ações diretamente relacionadas à pintura, essa discrepância nas medições realizadas se reduz drasticamente, o que pode ser verificado no valor do coeficiente de variação, que se altera de 26% (baixa precisão e média

dispersão) para 10% (alta precisão e dispersão homogênea). O grau de confiança aumenta de 26,9% para 62,4%, considerando o mesmo tamanho de amostra. Essa alteração é resultado da queda da variância, com valores na quinta casa decimal para a sétima, e do desvio padrão, que era de 5,3 minutos e muda para um minuto, conforme detalhamento nas Tabelas 38 e 39.

Tabela 38: Cronoanálise - Pintura de bateria chumbo-ácida

Data da cronoanálise:	03/02/2017	08/02/2017	14/02/2017	30/03/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	1	1	1	1
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1
Etapas	Tempo de duração (hh:mm:ss)			
Preparação	00:02:10	00:01:05	00:01:31	00:01:09
Pintar bateria	00:05:19	00:04:46	00:06:27	00:06:26
Procurar tampa que encaixe na bateria	00:00:39	00:01:29	00:05:07	00:02:13
Limpar tampa	00:03:44	00:06:42	00:06:41	00:02:19
Pintar tampa da bateria	00:03:14	00:04:01	00:04:23	00:03:59
Movimentação	00:01:05	00:02:17	00:03:32	00:00:27
Tempo total - pintar bateria	00:16:11	00:20:20	00:27:41	00:16:33
Tempo total - pintar bateria (atividades principais)	00:10:43	00:09:52	00:12:21	00:11:34

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

Tabela 39: Análise estatística - Tempos de pintura de bateria chumbo-ácida

Etapas	Média		Desvio Padrão		Variância		C.V.
Tempo total - pintar bateria	00:20:11	0,0140	00:05:20	0,0037	00:00:01	1,37E-05	26%
Tempo total - pintar bateria (atividades principais)	00:11:07	0,0077	00:01:04	0,0007	00:00:00	5,54E-07	10%

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

*A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 1,37E-05 significa 0,00236.

** Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

Por fim, foi realizado a cronoanálise do processo de embalar a bateria, cujos resultados apresentaram a maior divergência no tempo de movimentação do funcionário, o que pode ser explicado pela necessidade de buscar insumos fora da célula de bateria. Considerando no cálculo os valores referentes à movimentação, o desvio padrão do processo é de 2,1 minutos e o coeficiente de variação é igual a 22%, que representam dados de baixa precisão, média dispersão e grau de confiança de 42%.

Por outro lado, desconsiderando essa etapa, os números reduzem para 0,5 minutos e 7%, representando uma alta precisão, dispersão homogênea dos dados e grau de confiança de 78,2%. Já para a marco-atividade de preenchimento de *checklist*, que não é impactada pela movimentação, temos 0,2 minutos e 13%, respectivamente. Essas informações podem ser verificadas nas Tabelas 40 e 41.

Tabela 40: Cronoanálise - Embalagem de bateria chumbo-ácida

Data da cronoanálise:	03/02/2017	14/02/2017	14/02/2017	10/03/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	1	1	1	1
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1
Etapas	Tempo de duração (hh:mm:ss)			
Preparação	00:01:26	00:02:00	00:01:26	00:01:18
Medir tensão da bateria	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:00:10
Preencher <i>Checklist</i>	00:01:31	00:01:54	00:01:31	00:01:35
Embalar bateria	00:05:10	00:04:56	00:04:31	00:05:20
Movimentação	00:05:03	00:01:46	00:01:44	00:01:38
Tempo total - atividade	00:11:54	00:08:52	00:07:54	00:08:26
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i>	00:01:31	00:01:54	00:01:31	00:01:35
Tempo total - embalar bateria	00:13:25	00:10:46	00:09:25	00:10:01
Tempo total - atividade sem movimentação	00:06:51	00:07:06	00:06:10	00:06:48
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i>	00:01:31	00:01:54	00:01:31	00:01:35
Tempo total - embalar bateria	00:08:22	00:09:00	00:07:41	00:08:23

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

** As linhas coloridas servem para destacar as etapas de preenchimento de *checklist*.

Tabela 41: Análise estatística - Tempos de embalagem de bateria chumbo-ácida

Etapas	Média		Desvio Padrão		Variância		C.V.
Tempo total - atividade	00:09:16	0,0064	00:01:48	0,0012	00:00:00	1,55E-06	19%
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i>	00:01:38	0,0011	00:00:11	0,0001	00:00:00	1,62E-08	11%
Tempo total - embalar bateria	00:10:54	0,0076	00:01:46	0,0012	00:00:00	1,5E-06	16%
Tempo total - atividade sem movimentação	00:06:44	0,0047	00:00:24	0,0003	00:00:00	7,61E-08	6%
Tempo total - preenchimento <i>Checklist</i>	00:01:38	0,0011	00:00:11	0,0001	00:00:00	1,62E-08	11%
Tempo total - embalar bateria	00:08:21	0,0058	00:00:32	0,0004	00:00:00	1,4E-07	6%

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

*A notação científica “E-0X” representa o exponencial, ou seja, 2,36E-08 significa 0,0000000236.

** Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

APÊNDICE III – Preenchimento *Checklist* Impresso x Digital

Com o intuito de comparar o processo de preenchimento do *checklist* impresso com o digital, foi realizada a simulação das duas atividades. Para tal, oito formulários contemplando as informações de recuperação de baterias já realizadas foram utilizados e os tempos para reproduzi-los em cada tipo de documento foram cronometrados. Optou-se por realizar a cronoanálise considerando apenas um funcionário, o qual estava acostumado ao processo de digitação e não teria dificuldades em utilizar o dispositivo móvel para realizar a tarefa.

Apesar de a mesma pessoa ter sido observada em todas as medições, é perceptível que existe uma diferença entre os tempos relacionados ao mesmo tipo de tarefa. Essa variabilidade se deve ao fato de que nem todos os campos do formulário precisam ser preenchidos para todas as baterias, algo que irá depender das condições em que o componente se encontra. Logo, para *checklists* com menor quantidade de informações, menos tempo será consumido com a escrita ou a digitação.

Quando analisamos as diferenças entre as duas simulações, a primeira questão identificada foi a fadiga gerada pela escrita. É possível verificar na Tabela 42 que as medições não foram realizadas todas no mesmo dia, pois o empregado demonstrou incômodo ao final de cada formulário, o que aumentava a quantidade de erros cometidos, resultado da tentativa de reproduzir as informações mais rapidamente. Por outro lado, a digitação dos mesmos dados foi realizada em apenas um dia, mais especificamente em apenas um período dele (Tabela 43). Nessa segunda situação, o funcionário informou que esse preenchimento também gerou certo desconforto ao final do processo, mas bem menor quando comparado à escrita.

Tabela 42: Cronoanálise - Processo de escrita de dados

Data da cronoanálise:	10/02/2017	11/02/2017	11/02/2017	14/02/2017	20/02/2017	24/02/2017	24/02/2017	24/02/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	1	1	1	1	1	1	1	1
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1	1	1	1	1
Etapas de Preenchimento de Checklist	Tempo de duração (hh:mm:ss)							
Equalização	00:14:02	00:08:17	00:11:48	00:08:51	00:11:20	00:10:08	00:08:36	00:11:04
Padronização	00:03:45	00:03:14	00:04:20	00:04:58	00:08:02	00:04:16	00:03:09	00:03:05
Descarga	00:02:41	00:02:48	00:03:22	00:03:20	00:03:11	00:03:35	00:02:38	00:02:31
Carga final	00:04:33	00:05:10	00:05:02	00:04:39	00:04:36	00:05:58	00:04:46	00:05:13
Inspeções finais	00:00:44	00:00:45	00:00:56	00:00:52	00:00:47	00:00:45	00:00:43	00:00:50
Tempo Total - preenchimento de <i>checklist</i>	00:25:45	00:20:14	00:25:28	00:22:40	00:27:56	00:24:42	00:19:52	00:22:43

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

Tabela 43: Cronoanálise - Processo de digitação de dados

Data da cronoanálise:	05/06/2017	05/06/2017	05/06/2017	05/06/2017	05/06/2017	05/06/2017	05/06/2017	05/06/2017
Quantidade de jogos de bateria chumbo-ácida:	1	1	1	1	1	1	1	1
Quantidade de pessoas executando a atividade:	1	1	1	1	1	1	1	1
Etapas de Preenchimento de Checklist	Tempo de duração (hh:mm:ss)							
Equalização	00:08:40	00:05:04	00:07:08	00:07:23	00:06:59	00:07:04	00:04:56	00:06:40
Padronização	00:02:35	00:03:10	00:03:07	00:02:04	00:04:51	00:02:26	00:01:56	00:02:46
Descarga	00:01:49	00:01:48	00:02:31	00:02:01	00:02:42	00:01:55	00:01:48	00:01:59
Carga final	00:04:04	00:02:32	00:03:48	00:01:33	00:02:52	00:02:37	00:03:06	00:02:34
Inspeções finais	00:00:47	00:00:34	00:00:24	00:00:32	00:00:32	00:00:30	00:00:35	00:00:27
Tempo Total - preenchimento de <i>checklist</i>	00:17:55	00:13:08	00:16:58	00:13:33	00:17:56	00:14:32	00:12:21	00:14:26

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

Além disso, ao comparar os valores das cronoanálises, verificamos que a diferença está entre 10 e 7 minutos a menos para a digitação, o que representa uma redução entre 30% e 40% no tempo utilizado para a transcrição das informações. Portanto, a alteração do processo impresso para o virtual poderá diminuir a duração da atividade de preenchimento dos dados de manutenção em 36%, o que representa, em média, 8,5 minutos. Essas informações podem ser verificadas na Tabela 44.

Tabela 44: Tempo de preenchimento checklist impresso x digital

Item	CL 1	CL 2	CL 3	CL 4	CL 5	CL 6	CL 7	CL 8	Média
Checklist digital	00:17:56	00:17:55	00:16:58	00:14:32	00:14:26	00:13:33	00:13:08	00:12:21	00:15:06
Checklist impresso	00:27:56	00:25:45	00:25:28	00:24:42	00:22:43	00:22:40	00:20:14	00:19:52	00:23:40
Diferença entre os tempos	00:10:00	00:07:50	00:08:30	00:10:10	00:08:17	00:09:07	00:07:06	00:07:31	00:08:34
% digital/impresso	64%	70%	67%	59%	64%	60%	65%	62%	64%
% redução	36%	30%	33%	41%	36%	40%	35%	38%	36%

Fonte: Elaborada pela autora com dados da cronoanálise.

* Os valores apresentados no formato de hora representam hh:mm:ss (hora : minuto : segundo).

APÊNDICE IV – Entrevistas

Conforme mencionado no Capítulo 3 – Metodologia, as entrevistas foram divididas em duas, uma destinada para as pessoas que utilizam ou realizam a impressão de documentos de qualidade, com perguntas voltadas para as dificuldades e facilidades do processo atual e do proposto; e a outra para a liderança, com questionamentos direcionados para as sinalizações das equipes e das opiniões sobre a inovação proposta.

Priorizou-se a realização das entrevistas na área definida como piloto, ou seja, no setor de recuperação de componentes de elétricos de locomotivas, devido à maior proximidade com o projeto. Entretanto, como o objetivo é implementá-lo em toda a gerência, também houve participação dos demais setores, inclusive de funcionários ligados a outras áreas, mas que possuem alta interface com os processos e sistemas analisados neste estudo.

A grande maioria das entrevistas ocorreu presencialmente, sendo que apenas um usuário respondeu através de e-mail, devido à disponibilidade de agenda. Dentre essas, dez foram destinadas aos usuários, contendo dez perguntas; e sete à liderança, contemplando seis questões. O detalhamento do roteiro e das respostas obtidas pode ser verificado a seguir.

ENTREVISTA – USUÁRIO 1

Data: 17/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

A questão é seguinte, o sistema é muito burocrático. Poucas pessoas disponíveis para acessar o sistema.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

O tempo é péssimo, né? Demora demais. A gente perde muito tempo esperando acessar o sistema e a impressão, né?

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

A resposta está interligada as anteriores. É o tempo. Se a pessoa estiver na sala, se for estagiário, já foi embora. A questão do deslocamento entra também.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Fora isso aí, não tem. Poucas vezes tivemos falta de papel. Queda de sistema. Agora mesmo tá sem sistema. Sistema lento, esse trem acontece direto.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Excelente ideia. Pela data que foi feito o projeto, se tivesse implantado.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Adiantaria nosso processo uns 60 a 70%. Você mais mexe com papel do que trabalha. Questão de campo em branco, errar o *checklist*, as rasuras. Pelo que você me falou do projeto, não deixa errar as tolerâncias, o preenchimento errado.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivos já falei (resposta 6).

Negativo? Para mim não tem não. Ele te dá a opção pra não preencher errado, pra não rasurar.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Acesso só *smartphone* mesmo.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Sim. Ligações, *e-mail*, mensagem, navegar na *internet* e o último é o *whatsapp*.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Não tenho dificuldade não. Meu telefone me atende.

ENTREVISTA – USUÁRIO 2

Data: 17/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Se funcionasse seria muito bom.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

Mais lento do que tudo.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Não. Não só tenho dificuldade como as informações de como eu faço é muito difícil de visualizar.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Várias. As que mais repetem né: desconfiguração de página, muito lento em relação a enviar arquivo para a impressora, ele não se mantém original, não segue nenhum tipo de padrão.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Revolucionário.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Sim. Deixa eu ver uma palavra que resume tudo: praticidade.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivos? Agilidade, dinâmica e fácil de correção.

Negativos? Nenhum.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Uai, é uma tecnologia que faz parte do nosso dia a dia, se tornando um cotidiano no meu dia.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Sim. O que mais utilizo nele? Internet. Olha, os aplicativos que facilitam cálculo, traduções, os recursos que o celular oferece, que o *smartphone* oferece.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Não vejo dificuldade em operá-los.

ENTREVISTA – USUÁRIO 3

Data: 17/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Eu acho que ele não está demonstrando o que teria que demonstrar quando foi implementado, né? Você pega *checklist*, por exemplo, que está sem licença, você manda publicar e demora. Ele entrou para representar um papel, mas não atendeu as expectativas não.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

Acho lento.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Eu sempre dependo de alguém, né? Para poder visualizar, imprimir. Acesso até que eu tenho, mas como não mexo há muito tempo, não sei nem onde entro mais.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Já. As vezes você vai imprimir, tem *checklist* que esta com uma identificação e não é o que você está querendo. Outro dia aconteceu isso ai. Você pede para imprimir frente e verso e as meninas não conseguiam, não sei se voltou ao normal.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

É, eu acho que vai ser melhor, os erros, você tem mais facilidade de corrigi-los. Evita rasuras, processos de correção do *checklist*.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Nessa parte de preenchimento de *checklist*, para mim, sim, vai ficar mais prático. Ah, primeiro, se você erra, você corrigir na hora, não precisa corrigir. Segundo, as vezes o *checklist* tem um tanto de rasura, aí você prefere eliminar e fazer outro.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivo, eu acho a rapidez e a melhoria no preenchimento.

Negativo, eu acho a dificuldade das pessoas que não tem domínio do computador em preenchê-las.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Eu sei mexer bastante coisa no computador, eu mexo quando tem necessidade, quando tem que fazer trabalho. Não gosto de rede social, ficar mexendo nisso. Eu só fiz *whatsapp*, porque o pessoal ficava me perguntado. *Facebook* eu não tenho.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Tenho. Uso com frequência: ligar, *whatsapp* e *gmail*.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Ah, como vou falar isso? É, acho que é mais acompanhar as atualizações, né? As melhorias que tem. As vezes surgem melhorias e você não tem costume de mexer, aí é uma coisa mais complicada. Você tem que ir mexendo e pedindo ajuda para manusear.

ENTREVISTA – USUÁRIO 4

Data: 18/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

É um programa que realmente nos ajuda, por estar todos (os documentos) segregados da nossa área, mas apresenta diversos problemas.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

É demorado, porque, as vezes os meninos chegam com pressa para pegar o documento e a gente fica aqui esperando, tentando imprimir.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Tenho facilidade hoje, porque tenho os números dos documentos já gravados. Mas a gente tem uma dificuldade de procurar o documento só pelo nome do componente, é difícil. A gente joga para pesquisa e daí ele dá diversos números e não puxa o *checklist*.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Já sim. Sem licença, a tela toda branca, acho que só. Depois que o sistema foi atualizado eu não consigo mais imprimir frente e verso e nem colocar quantidade de páginas, tem que mandar um de cada vez. Aí, o que eu faço, logo em outro computador, que não foi atualizado, e consigo imprimir.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, tablet, smartphone)?

Seria muito bom, principalmente para a área de bateria. Por dia, a gente imprime quase 100 páginas de formulário para eles. Talvez até diminuiria o erro de preenchimento, né?

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Vai me ajudar bastante. Vai diminuir a vinda dos meninos na sala, vai melhorar para eles. E eu consigo concentrar em outras atividades, porque meu sistema para quando tenho que imprimir *checklist*.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Minimizaria a questão de rasura de *checklist*, eles iam ficar focados na produção, não ia ficar vindo na sala toda hora. A questão da versão, da atualização do *checklist*, já iria mudar automaticamente, não teria o trabalho para o controle. Acho que só. Iria beneficiar todo mundo.

Sem ponto negativo.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Frequente demais, toda hora. Tudo que a gente usa hoje envolve isso, tecnologia.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Tenho. Redes sociais, pesquisas rápidas, *e-mails*, *whatsapp*.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Muito tranquilo. Costume de mexer sempre deixa a gente mais esperto.

ENTREVISTA – USUÁRIO 5

Data: 18/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Acho que não atende. Poderia ser melhorado tudo: publicação de documentos, impressão, perda de acesso, pessoas específicas, nem todo mundo pode operar, visualização restrita de documentos por áreas.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

Lento. Quase sempre.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

As vezes, pois o sistema trava, fica pedindo licença, não possui licença né? E as impressões são travadas também, documentos de outras áreas que são necessários não podem ser impressos, documentos obsoletos também.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Impressão de documentos bloqueados, durante visualização e impressão a falta de licença. Para aprovação de documentos o processo é muito lento e sempre que se tem alguma mudança no documento, o processo se inicia do zero, repetindo o processo do início várias vezes, para conseguir uma única publicação. Esse é o grande problema.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

É uma ótima ideia, tendo em vista que você vai ter os documentos salvos em arquivos, vai ter backup, não corre o risco de perder o documento impresso, de armazenamento. E posso ter um acervo muito maior do que se tem hoje de documentação física. Para consultas e pesquisa, uma maior facilidade para encontrar o documento que se deseja, eliminando também uma pessoa responsável para fazer o armazenamento, arquivamento e gerir todo o acervo físico.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Vai eliminar o tempo de perda da impressão, vai economizar, deixar de utilizar folha para impressão, dando uma economia tanto em compra de folhas como para o meio ambiente. Os dados serão registrados na hora, evitando modificações posteriores. E vai ter um travamento se tiver fora da tolerância, vai dar um aviso para ele, evitando preenchimentos incorretos.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Negativo: travamento do *tablet* ou dispositivo, possível perda do arquivo durante o preenchimento e utilização, carregamento durante atividade, perda de bateria né? Dificuldade dos mantenedores de aderir ao processo e familiarizar com a tecnologia.

Positivos: diminuição do tempo para preenchimento e impressão e manuseio do *checklist* impresso, maior facilidade de inserção dos valores, evitar erros de digitação, rasura e de entendimento de valores ou da escrita. Acho que isso.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

O tempo todo, né?

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Sim. Uai, internet, aplicativos de conversas, é isso. Diversos.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, tablet, smartphone)?

Não tenho. Tô bem familiarizado.

ENTREVISTA – USUÁRIO 6

Data: 19/05/2017

Tipo de entrevista: via *e-mail*.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Excelente, é possível pesquisar os documentos tanto pelo número quanto pelo nome ou partes do nome.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

Razoável / Normal.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Sim.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Sim, o sistema tem um número limitado de licenças que podem ficar aberto, quando há muitas pessoas usando o sistema não é possível visualizar e imprimir os documentos.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, tablet, smartphone)?

Excelente, isso iria reduzir os custos com impressão e papel.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Com certeza isso eliminaria a necessidade de imprimir os documentos e de inputar os dados no computador.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no checklist digital?

Pontos negativos: possibilidade de lançamento de dados incorretos.

Pontos positivos: agilidade no input dos dados e redução no consumo de papel.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Normal / Alto.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Sim, aplicativos de mensagens, redes sociais e jogos.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Não tenho dificuldades.

ENTREVISTA – USUÁRIO 7

Data: 22/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Burocrático.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

A velocidade para salvar e imprimir é boa, a questão é quando não consegue acessar, a questão da licença, do número de usuários.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Poderia ter métodos de busca de documentos mais fáceis, porque as vezes você precisa saber o número do documento, você tenta ir pelo título do documento e não busca.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Sim. Problema de licença e, as vezes, foi solicitado a impressão e não teve a impressão.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Revolucionário e iria facilitar para o mantenedor a questão de preenchimentos de informações, além de diminuir o tempo gasto em preenchimento de papel.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Sim, pois seria mais fácil a criação de um banco de dados para que todos da empresa acessassem.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Pontos positivos: eliminação de papel, né? E, conseqüentemente, diminuição do tempo de atividade do mantenedor.

Pontos negativos: [...] Hoje não vejo pontos negativos.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

A todo o tempo.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Sim. Redes sociais, *e-mail*, aplicativos funcionais, também ligo, né?

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Não tenho dificuldade.

ENTREVISTA – USUÁRIO 8

Data: 22/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Esse negócio de 60 dias eu não gosto, direto dá algum errinho. Fica aqui, se tiver no meio, grameia junto. (*checklist* com mais de 60 dias na área tem que ser revalidado).

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

Tem dia que “garra” porque está sem licença. Já aconteceu umas três vezes no ano.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Tranquilo.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

As letrinha do lado estavam saindo com problema, mas já consertou isso.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Acho legal. Tem que estar tudo na mão, né? No caso de algum problema. A bateria nunca para.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Vai. Ajuda bastante. Erro, né?

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivo: erro. Hoje a gente confere, é muito número, se não prestar atenção erra.

Negativo: depende do equipamento, como vai ser na hora. Energia.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Mexo mais ou menos.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Tenho. Mercado livre, faço compra, *whatsapp*. O celular é melhor de mexer que o computador. Você está perto dele.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Eu não fiz curso de computador, aprendi mexer mexendo.

ENTREVISTA – USUÁRIO 9

Data: 22/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Para mim o sistema é só para travar o processo mesmo. Quando as meninas carimbavam, era mais válido, para passar um trem a limpo.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

As vezes sim, as vezes não (é demorado). As vezes está fora do ar.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

É tranquilo. As meninas estão sempre disponíveis.

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

Que eu me lembre não, só quando eu chego e o sistema está fora do ar.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Ô vai colocar? Graças a Deus. Vai ser bom, porque se a gente errar no *checklist*, é muita coisa. No final do dia você acaba borrando, aí vai passar a limpo, rasura de novo.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Sim, parece que vai. Ah, vai deixar de escrever um pouco. E se tiver rasura, chega no dia da auditoria e nós “leva” tinta. Não pode errar.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivo: vai acabar com esse trem de folha aqui, que as vezes fica meio bagunçado, que é muita coisa. Vai evitar o erro, que é o principal. E acho que vai ficar mais rápido.

Negativo: um ponto negativo é esses negócios de estragar. Um estraga e sobra pra todo mundo.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Todo dia.

9 - Você tem *smartphone*? O que você costuma utilizar nele?

Tenho. Até que *internet* é só pelo celular, mas só *whatsapp*.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Esse negócio do computador, acho que é tranquilo.

ENTREVISTA – USUÁRIO 10

Data: 22/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Atende, mas precisa melhorar, porque a vida é uma evolução.

2 - O que você acha do tempo de carregamento do sistema de gestão de documentação?

Quando demora é quando o sistema não ta conseguindo abrir, é falha do sistema e não de quem está me ajudando. Acho que é uma demora aceitável.

3 - Você tem facilidade para visualizar ou imprimir documentação de qualidade da MRS Logística?

Sim, na medida do possível. Porque quando ocorre o problema, né?

4 - Você já teve problemas de visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais?

As vezes o papel acaba, mas rapidamente você coloca, porque o papel está lá do lado.

5 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico (computador, tablet, smartphone)?

É um experimento que vale a pena, que, como eu disse, a vida é uma evolução.

6 - Você acha que irá ajudá-lo em seu trabalho? Por quê?

Em relação a erro, né? Ajudaria sim, em relação ao erro. Eu acho que a gente vai conseguir atentar para o erro. Na mão você escreve muita coisa, você erra demais, você volta conferindo e não consegue ver. Outra pessoa vê. Espero que no sistema digital isso não aconteça.

7 - Quais pontos positivos e negativos você vê no checklist digital?

Positivo: tem que ver depois que foi para área, se vai ter período de teste. Não posso dizer já de cara que é o melhor ou que é o pior.

Negativo: o problema maior, no caso, para mim, é em relação a digitar. Como, de informática, eu não sei nada, então a digitação. Mas é a prática, no início vou ter um pouco de dificuldade, mas nada que venha a atrapalhar.

8 - Qual o seu nível de contato com dispositivos eletrônicos (computador, tablet, smartphone)?

Só celular. Nem computador eu tenho.

9 - Você tem smartphone? O que você costuma utilizar nele?

Sim. Facebook, whatsapp.

10 - Quais são as suas principais dificuldades em relação à utilização de dispositivos eletrônicos (computador, *tablet*, *smartphone*)?

Dificuldade eu não tive nenhuma, porque tive alguém ao meu lado para me orientar no que não sabia. A dificuldade que tenho no *smartphone*, procuro alguém e peço auxílio. Não sou muito de ficar mexendo, sou mais do básico mesmo.

ENTREVISTA – LIDER 1

Data: 18/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Eu acho bom, porque aparece quem imprimiu e a data, evitando ter excesso de documento impresso na área. Precisa dar mais acesso, licença, para as pessoas, porque precisa imprimir e não tem disponível.

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

Por exemplo, mesma situação de cima. Precisa de um *checklist*, pega o *checklist*, não consigo por falta de licença para os colaboradores. Isso, querendo ou não, impacta a produção e a eficiência da oficina, porque o cara fica aguardando sequência de serviço até resolver. Acontece com muita frequência.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Já está tudo aí (nas respostas anteriores).

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Esse trem daria certo? Não sei.

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Sinceramente, acho que não daria certo. Pegando o exemplo do *optjob*, o cara lava a mão para mexer no computador, para limpar o produto químico e não estragar. E se fosse na área de bateria? A solução iria estragar muito o *tablet*. Vai criar uma preocupação: falta de cuidado. Vai que cai e quebra?

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

Sugestão para a empresa: rever toda a documentação, porque existe controle em cima de controle. Documento sobre documento. Muita documentação desnecessária.

ENTREVISTA – LIDER 2

Data: 18/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

O que vejo no sistema atual para de antigamente? O sistema atual é um pouco lento, a interface com o usuário é lenta. Quando você sabe o número, aparece rápido. Quando não sabe, aparece um tanto de coisa, os filtros por palavras chave não são legais.

(Após mexer no sistema)

Tá vendo como ele é lento. Aí clica no visualizador para ver, faz o download do arquivo. Olha o tanto que fiquei esperando para ver o documento. Apareceu.

Visualmente, o *layout*, tem que aperfeiçoar. Esse refinamento do filtro por título do documento ficaria melhor. O filtro dele não tem um refinamento, na minha visão.

Outro ponto, na minha visão, que pode ser melhorado, é o *workflow* de aprovação. As vezes ele fica travado, sem a pessoa ter acesso a versão, pois está dependendo de alguém aprová-lo.

Ponto positivo: toda vez que a pessoa imprime, aparece na máscara dele a matrícula da pessoa. A pessoa nunca vai utilizar um documento que não esteja publicado.

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

Já aconteceu problema de datas. A gente tem um problema de datas. Após 7 dias tem que estar na área. Ainda está na mão do multiplicador, de imprimir e atualizar na área.

Outro ponto é sobre o vencimento. Todo o documento que é publicado tem um prazo de 60 dias para a área treiná-lo. Só que quando o pessoal da estratégia programa o documento, a data que vem no documento é a de atualização, e com o tempo de *workflow*, o tempo para atualizar o treinamento fica reduzido, 30 dias. O cara atualiza na data X e só publica em Y. Na minha visão, a data tinha que ser atualizada com a data de publicação e não a data de atualização.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Hoje não prejudica, porque a gente faz um *bypass* no sistema para aprovação. O pessoal da estratégia libera o documento na área, fora do sistema, para não impactar a produção. Se fossemos seguir a regra do sistema, iria travar a produção sim.

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Eu acho que a gente vai ganhar na qualidade da informação, que hoje ela é redigida. E com muitas travas no sistema, a gente pode até ganhar na produtividade. Já participei da implantação de algo parecido em outra empresa, mas não foi para frente em virtude das quebras dos equipamentos. Um gargalo é o carregamento dele, se o cara esqueceu de carregar, ele não funciona. A autonomia da bateria.

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Ganho na produtividade, tempo real da informação, que não vai pegar *checklist* físico para dar *input* no sistema. Ganha na rapidez da informação e na qualidade da informação.

Negativo é a questão das quebras, autonomia da bateria e de cultura, né? Também foi um gargalo. Tem cara que não mexe em nada tecnológico, é uma quebra de paradigma.

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

Na MRS eu acho que pode trazer ganho, a gente esta num viés muito grande de utilização dos nossos recursos, “produtividade”, evitar tempo ocioso, de preenchimento ou de buscar uma outra informação. O mantenedor vai ficar focado em somente realizar a atividade. Interligação das informações. Hoje a gente tem muito erro, o que o cara escreve, não necessariamente está no sistema, muita coisa fica na cabeça do cara. Isso força a gente trabalhar de forma mais sequenciada. Com as travas, o cara não pode pular etapa.

ENTREVISTA – LIDER 3

Data: 19/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Ele atende, mas eu acho que tinha que ter um plano contingente, porque quando ele trava para tudo. Aí já era. A impressora trava, o sistema não funciona, aí interrompe o processo. Sem *checklist* não produz.

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

Cai muito o sistema aqui. O sistema tem essa falha, trava muito. E também, o acesso para conseguir um *checklist*, tinha que ter como se fosse pastas. O pessoal fica aqui esperando e acha que estão atoa. Tinha que ter pastas por área, porque trava muito, a pessoa tem que procurar um por um.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Já. Prejudicaram sim. Deixa a área improdutiva, não tem como produzir, *checklist* é regra. Devido a ser uma regra, tinha que ter uma atenção maior. Se o sistema cair, ter uma válvula de escape. Se o sistema cair hoje e tiver auditoria de processo, como trabalho? Já aconteceu aí.

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Muito bom.

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Ponto positivo vai ser de cara: economia de papel, otimização do tempo e de (redução de) retrabalho do *checklist*. Esse negócio de ficar corrigindo toda hora.

Ponto negativo: Não sei se terá que ser um equipamento calibrável, vai ter uma responsabilidade a mais para o colaborador. Não vai ser um por funcionário, vai ser para a equipe, mais pessoas vão ter acesso.

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

Acho bom a empresa buscar essa inovação. Isso aí, uma hora, vai ter que acontecer mesmo. Acho bacana a MRS buscar essa melhoria para ela e para área, para todos. O negócio (da economia) do papel, essas coisa.

ENTREVISTA – LIDER 4

Data: 19/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Acho bom. É um bom sistema de controle de documentação, que não existia na MRS Logística. Com bons controles. Ele é bom, não é ruim.

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

Sim. Problema de acesso, por falta de licença, demora de impressão, decorrente da falta de licença. Semanalmente.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Sim. Toda produção só pode ocorrer com a documentação em mãos, a falta dela gera ociosidade da equipe.

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Nó excelente!

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Vamos evitar campos em branco, preenchimentos incorretos, fora de tolerância, aprovações da engenharia mais rápida, trabalhar apenas no que for treinado.

Não é ponto negativo, mas a gente vai ter que ter uma gestão de mudanças grande. O problema aí é queda de sinal, falta de energia, carregamento dos dispositivos, como que a gente vai fazer?

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

É um projeto importante para a produção, manutenção de componentes. Um ponto também é que a gente vai ter uma base de dados para retirar informações mais fáceis.

ENTREVISTA – LIDER 5

Data: 22/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Atende em partes, tem aquela questão do problema de acesso, de licenças. Este é um problema. Mas a interface dele é legal.

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

Sim. Sempre temos problemas na abertura de documentos, na impressão, principalmente bateria. Impacta bastante. Impressão, acesso... Ele não trava muito. Hoje tem a questão de licença.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Sim, porque tem o tempo do colaborador esperando *checklist*, componente esperando *checklist* também.

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Legal. Desde que seja uma interface fácil.

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivos: minimizar a questão da impressão, tanto ambiental quanto financeiro, de papel; questão da configuração da impressão, muitas vezes o problema na impressora reflete na quantidade de papel.

Negativos: se um dia o sistema estiver fora do ar, não consegue mexer. Tem que ter algum *tablet*, alguma coisa, questão de investimento. Até mesmo a interface mantenedor máquina, nem todos têm essa facilidade.

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

Acredito bastante nesse projeto como retorno positivo para a MRS e para a área. Só esses pontos, têm que estar redondo, é uma evolução. Ganho de preenchimento de *checklist*, auditoria, qualidade.

ENTREVISTA – LIDER 6

Data: 22/05/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Meu problema é mais disponibilidade de quem mexe. Então, assim, como é restrito por licença de acesso, acaba complicando.

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

Já. Sinalizaram problema de visualização e impressão. Como a gente imprime muito *checklist*, acaba sendo frequente.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Já prejudicou, porque sem o formulário nós descumprimos o procedimento. Aí você para o processo quando precisa do *checklist* e tenta outro tipo de solução.

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Para mim, é uma excelente ideia, uma que evita o desperdício de papel. É muito papel. E outra que é muito mais prático.

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivo: é a praticidade e rapidez durante o processo.

Negativo: a área é muito agressiva, acaba tendo que ter cuidado com o equipamento. É um equipamento delicado para a área.

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

Esse tipo de projeto, eu acho que ele é muito válido e acrescenta muitos ganhos para a parte operacional, não só para o sistema de gestão em si, entendeu? Acaba tornando o trabalho mais rápido e prático.

ENTREVISTA – LIDER 7

Data: 08/06/2017

Tipo de entrevista: presencial.

1 - O que você acha do sistema de gestão de documentação da MRS Logística?

Sobre a ótica de possuir o conhecimento técnico e integração da empresa, é fundamental que as empresas, não só a MRS, possuam um sistema de gerenciamento. O nosso sistema engessou o sistema antigo, né?

2 - A sua equipe já sinalizou problemas de acesso, visualização ou impressão de documentação de qualidade no sistema? Quais? Com qual frequência?

No início era constante o problema de acesso caracterizado como falta de licença. Com o tempo, esta situação (após conhecimento de todos os usuários) é gerenciável. Impressão, é

constante, principalmente na questão de marca d'água e layout de página. Até hoje a gente tem problema disso. Atualmente numa menor frequência, mas existem problemas.

3 - Esses problemas já prejudicaram a produção? Por quê?

Não somente a produção, como também penalizou a minha equipe em auditoria.

4 - O que você acha da opção de preencher os dados de manutenção em um dispositivo eletrônico?

Excelente, com cautela. Toda nova tecnologia, na minha opinião, tem que ser dosado com o planejamento de que algo possa dar errado. Exemplo: *checklist* digital é uma excelente ferramenta, gera economia, porém, em situações adversas, como falta de energia, voltará ao preenchimento manual. Isso gera impacto.

5 - Quais pontos positivos e negativos você vê no *checklist* digital?

Positivos são economia de papel, armazenamento, eliminação de caixas, papéis e acervo técnico, travas em parâmetros restritivos (ou mais restritivos), possibilidade de ser acessado de qualquer localidade e a qualquer momento, pesquisas dinâmicas, relatórios e, por fim, o meio ambiente agradece.

Negativos: a questão de acessibilidade, de garantir a acessibilidade, né? Rede, energia, ainda que seja exceção a preparação das pessoas para o modo manual, perdas diversas, inclui perdas de informações e de parte da produção.

6 - Algum comentário final sobre o projeto?

Eu vejo que é uma excelente ferramenta e que será utilizada nos mais diversos processos com visão de gestão de documentação.