



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
COLEGIADO DE ENGENHARIA CIVIL

Arthur Mendes Blunck Silveira
Marcela Moura Herculano

**APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* NA
ENGENHARIA CIVIL: PESQUISA-AÇÃO NO
PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE
OBRA**

Vitória, ES

2021

Arthur Mendes Blunck Silveira
Marcela Moura Herculano

**APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* NA
ENGENHARIA CIVIL: PESQUISA-AÇÃO NO
PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA**

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Civil

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Alcântara Cardoso

Coorientador: Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama

Vitória, ES

2021

Arthur Mendes Blunck Silveira
Marcela Moura Herculano

APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* NA ENGENHARIA CIVIL: PESQUISA-AÇÃO NO PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Trabalho aprovado. Vitória, ES, 18 de maio de 2021:

Prof^a. Dr^a. Patrícia Alcântara Cardoso
Orientadora

**Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira
da Gama**
Examinador interno

**MSc. Marcos Wagner Jesus Servare
Junior**
Examinador interno

MSc. Noéle Bissoli Perini de Souza
Examinadora interna

**MSc. Vagner Eduardo Caetano
Marques**
Examinador externo

Vitória, ES
2021

*“Estamos todos na sarjeta, mas alguns de nós olham para as estrelas.”
(Oscar Wilde)*

Resumo

Uma vez que o desempenho do método tradicional de construção civil não satisfaz mais em relação ao de outros setores de indústria, torna-se válido a avaliação para implementação de outro método. No caso, há não muito tempo, passou-se a adaptar um método de produção, o *Lean Management* à construção civil. No caso, o resultado foi o *Lean Construction* em que, por resultado, revolucionou a maneira de determinar e elaborar os sistemas de produção com base na redução de desperdícios e custos e no cumprimento de cronogramas.

Para tal, foram-se conceitualizadas ferramentas de gestão com base na filosofia *Lean* e aplicadas ao setor da construção a fim de resolver problemas e desafios presentes na própria complexidade da cadeia logística de projetos com diversas parte interessadas. Complexidades, essas, que originam de diversos fatores que resultam no setor da indústria com maior índice de desperdícios. À vista disso, buscou-se analisar técnicas e aspectos do sistema de produção *Lean* e a própria importância para a agregação de valores aos resultados de um projeto de construção civil em termos de desempenho, tempo e custo.

Palavras-chaves: Construção enxuta. Gestão enxuta. Melhoria de processo. Gestão de construção. Gestão de projeto.

Abstract

Since the performance of the traditional method of civil construction is no longer satisfactory in relation to that of other industry sectors, the evaluation for the implementation of another method becomes valid. In this case, not so long ago, a production method, Lean Management, was adapted to civil construction. In this case, the result was Lean Construction in which, as a result, it revolutionized the way of determining and designing production systems through waste and cost reduction and schedule compliance.

To this end, management tools were conceptualized based on the Lean Philosophy and applied to the construction sector in order to solve problems and challenges present in the complex supply chain of projects with many participants. These complexities resulting from several factors that led to the industry sector with the highest rate of waste. Therefore, techniques and aspects of the Lean Production system were analyzed with the intention of adding values to a civil construction project in order to optimize its performance, time and cost.

Keywords: Lean Construction. Lean Management. Lean implementation. Process improvement. Construction management. Project management.

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Curva ABC para identificar relevância científica. | 17 |
| Figura 2 – Comparativo entre autores por número de citações. | 18 |
| Figura 3 – Comparativo entre autores por número de artigos de publicados. | 18 |
| Figura 4 – Os oito desperdícios <i>lean</i> | 21 |
| Figura 5 – Ilustração da metodologia de pesquisa-ação. | 31 |
| Figura 6 – Distância de Cuiabá a Aripuanã. | 33 |
| Figura 7 – Projeto W: indicação de barragens, <i>Wetlands</i> e pilha 1. | 34 |
| Figura 8 – Barragem. | 34 |
| Figura 9 – <i>Wetland</i> 411 e começo de escavação da 290-02. | 35 |
| Figura 10 – Canteiro de obras. | 35 |
| Figura 11 – Cronograma Macro do projeto, desenhado em julho de 2020. | 36 |
| Figura 12 – Histograma inicial, proposto em julho de 2020. | 36 |
| Figura 13 – Elaboração preliminar do fluxograma por <i>Post-its</i> ®. | 40 |
| Figura 14 – Cenário 5 do histograma utilizado para mobilização em 2021. | 49 |
| Figura 15 – <i>Status</i> real da mão de obra em 19/04. | 50 |
| Figura 16 – Mão de obra no funil do processo de mobilização. | 51 |
| Figura 17 – Histograma real x Histograma previsto | 52 |
| Figura 18 – Ilustração da planilha de monitoramento da mobilização de mão de obra direta por função do mês de maio. | 53 |
| Figura 19 – Gráficos de barras do <i>lead time</i> de mobilização. | 54 |
| Figura 20 – <i>lead time</i> das etapas de mobilização por grupo, informado no início do projeto. | 55 |
| Figura 21 – <i>lead time</i> real das etapas de mobilização por grupo. | 55 |
| Figura 22 – <i>lead time</i> real vs. previsto das etapas de mobilização do grupo 1. | 56 |
| Figura 23 – <i>lead time</i> real vs. previsto das etapas de mobilização do grupo 2. | 56 |
| Figura 24 – <i>lead time</i> real vs. previsão das etapas de mobilização do grupo 3. | 57 |
| Figura 25 – Diagrama de Pareto do <i>lead time</i> real das etapas de mobilização do grupo 1. | 57 |
| Figura 26 – Diagrama de Pareto do <i>lead time</i> real das etapas de mobilização do grupo 2. | 58 |
| Figura 27 – Diagrama de Pareto do <i>lead time</i> real das etapas de mobilização do grupo 3. | 59 |
| Figura 28 – Recrutamento: identificação de desperdícios. | 60 |
| Figura 29 – Recrutamento redesenhado, eliminando atividades 010 e 020. | 61 |
| Figura 30 – Identificação de desperdícios na etapa de compra de passagens. | 62 |
| Figura 31 – Compra de passagens redesenhada, com eliminação das atividades 90 e 120 | 63 |

| | |
|--|----|
| Figura 32 – Identificação de desperdícios na solicitação de agendamento do exame médico. | 64 |
| Figura 33 – Identificação de desperdícios na etapa anterior à realização de exames médicos. | 65 |
| Figura 34 – Atividades de solicitação de exames e realização dos mesmos redesenhado com eliminação das atividades 140, 150 e 190. | 66 |
| Figura 35 – Identificação de desperdícios nas atividades de solicitação da admissão do colaborador. | 67 |
| Figura 36 – Eliminação da atividade 250 através da solicitação prévia de documentos digitalizados ao colaborador. | 68 |
| Figura 37 – Identificação de desperdícios na etapa de agendamento de treinamentos. | 69 |
| Figura 38 – Eliminação da necessidade da comunicação da admissão de funcionários para a área de treinamento caso o sistema utilizado no recrutamento seja implementado também para gerir treinamentos. | 70 |
| Figura 39 – Identificação de desperdícios de espera, transporte e retrabalho na fase de envio do <i>book</i> e liberação do crachá. | 71 |
| Figura 40 – Envio do <i>book</i> e liberação do crachá, com implantação de assinatura digital. | 72 |
| Figura 41 – Exemplo de uma curva de avanço, utilizada em uma das reuniões de <i>Follow up</i> do projeto W | 79 |
| Figura 42 – Exemplo plano de ação utilizado em uma das reuniões de <i>follow up</i> do projeto W | 79 |

Lista de tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Definição e descrição dos eixos de pesquisa. | 16 |
| Tabela 2 – Filtragem do banco de artigo bruto. | 19 |
| Tabela 3 – SIPOC do processo de mobilização de mão de obra. | 39 |
| Tabela 4 – Segmentação da mão de obra em grupos. | 44 |
| Tabela 5 – Duração da mobilização do Grupo 1 por atividade. | 45 |
| Tabela 6 – Duração da mobilização do Grupo 2 por atividade. | 46 |
| Tabela 7 – Duração da mobilização do Grupo 3 por atividade. | 47 |
| Tabela 8 – <i>Lead time</i> da mobilização de acordo com a segmentação da mão de obra em grupos. | 48 |
| Tabela 9 – Informações fornecidas para acompanhamento da mobilização de mão de obra. | 50 |
| Tabela 10 – Aderência ao histograma de mão de obra direta e indireta em comparação aos meses de abril e maio. | 53 |
| Tabela 11 – <i>lead time</i> dos principais gargalos do processo. | 59 |
| Tabela 12 – Plano de ação para implementação das 6 melhorias. | 77 |
| Tabela 13 – Resumo das proposta sugeridas e dos <i>lead times</i> que serão influenciados. | 78 |

Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|---------|---|
| ASO | Atestado de Saúde Ocupacional |
| BPM | <i>Business Process Model</i> |
| BPMN | <i>Business Process Model and Notation</i> |
| CPF | Cadastro de Pessoa Física |
| LC | <i>Lean Construction</i> |
| LCI | <i>Lean Construction Institute</i> |
| LPS | <i>Last Plan System</i> |
| MOD | mão de obra direta |
| MOI | mão de obra indireta |
| MT | Mato Grosso |
| PCS | Problema, Causa, Solução |
| PG | Projeto de Graduação |
| QMSS | Qualidade, Meio Ambiente e Segurança |
| RH | Recursos Humanos |
| SINE | Sistema Nacional de Emprego |
| SINICON | Sindicato Nacional da Indústria da Construção Pesada - Infraestrutura |
| SIPOC | <i>Suppliers, Inputs, Process, Output, Clients</i> |
| VSM | <i>Value Stream Mapping</i> |

Glossário

AS-IS Em melhoria de processos, visão dos processos atuais de uma organização, que mostra como uma empresa realiza suas atividades em um determinado momento.

Book Dossiê de documentos do colaborador.

Brainstorm Técnica em que várias pessoas pensam sobre a mesma coisa, ao mesmo tempo, geralmente com o objetivo de resolver um problema ou para apresentar boas ideias.

Follow up Acompanhamento de um processo após a fase inicial.

Input Dado, aquilo que entra, que se insere num processo, trabalho ou sistema, para se obter um produto final.

Lead time Tempo de provisionamento; ciclo; período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término; em *Supply Chain Management* é o tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto a ele.

Output Aquilo que se tem como resultado num processo de produção.

Swinlane Formato utilizado para organizar os processos de um diagrama ao definir o escopo de cada processo e possibilitar a identificação dos papéis responsáveis pela execução de cada atividade do processo.

TO-BE Em melhorias de processo, visão dos processos futuros de uma organização, que mostra a melhor forma de realizar o processo.

Workshop Oficina; curso ou seminário intensivo, de pouca duração, em que habilidades intelectuais são exercitadas.

Sumário

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 2.1 | Seleção de portfólio bibliográfico | 16 |
| 2.2 | Construção civil | 19 |
| 2.2.1 | Desperdícios na construção civil | 20 |
| 2.3 | <i>Lean Project</i> | 22 |
| 2.4 | Gestão de projeto | 23 |
| 2.4.1 | Fatores de implementação e tomada de decisão | 25 |
| 2.4.1.1 | <i>Business Process Management</i> (BPM) | 27 |
| 3 | METODOLOGIA | 30 |
| 4 | O LEAN APLICADO NA MOBILIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA | 33 |
| 4.1 | Empresa estudada | 33 |
| 4.2 | Contexto | 37 |
| 4.3 | Estado atual | 38 |
| 4.4 | Objetivo | 54 |
| 4.5 | Análise e causas | 54 |
| 4.6 | Proposição de melhorias para mapeamento de processo futuro | 60 |
| 4.6.1 | Proposta 1 | 60 |
| 4.6.2 | Proposta 2 | 61 |
| 4.6.3 | Proposta 3 | 63 |
| 4.6.4 | Proposta 4 | 67 |
| 4.6.5 | Proposta 5 | 68 |
| 4.6.6 | Proposta 6 | 70 |
| 4.7 | Plano de Ataque | 76 |
| 4.8 | Acompanhamento | 78 |
| 5 | CONCLUSÃO | 81 |
| | REFERÊNCIAS | 84 |

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICES | 87 |
| APÊNDICE A – MAPEAMENTO DE PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO ATUAL | 88 |
| APÊNDICE B – MAPEAMENTO DE PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO PROPOSTO | 89 |

1 Introdução

A indústria da construção civil detém papel fundamental no crescimento socioeconômico do Brasil, visto que os investimentos em infraestrutura incentivam o investimento privado e a geração de empregos em toda a cadeia produtiva relacionada ao setor. A capacidade do setor de impulsionar a economia se deve a peculiaridades da própria cadeia produtiva como: setor de intensiva utilização de mão de obra, reduzido coeficiente de importação com elevada utilização de matérias primas nacionais e alta geração de tributos (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005). De acordo com (IBGE, 2020), a atividade da construção gerou R\$ 278 bilhões englobando 124,5 mil empresas ativas ao final de 2018. Além disso, o setor, em 2018, empregou 1,9 milhões de pessoas e, no mesmo ano, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social apontou que, para cada 10 milhões investidos na construção civil, geram-se 65 empregos diretos e 74 indiretos.

Apesar disso, a construção civil, não apenas no Brasil, enfrenta problemas por insistir em um modelo ultrapassado em que o desperdício, como custos desnecessários e recursos mal aproveitados, estão no cerne do problema ao provocar, inclusive, problemas ambientais (SPOSITO et al., 2018). A indústria da construção possui produtividade 30% menor quando comparada a outros segmentos da economia (CBIC; FGV, 2014). Além disso, o estudo aponta que 90% das empresas de construção civil tem procurado novos processos construtivos e apenas 5,6% delas estão totalmente satisfeitas com a própria produtividade.

Em obras de construção pesada, isto é, obras de infraestrutura e de serviços especializados para a construção civil (de acordo com o Sinicon), o declínio de produtividade, entre os anos de 2011 e 2012 chegaram a 2,2% (CBIC; FGV, 2014). (MUTTI, 2004) destaca os desafios enfrentados pelas empresas brasileiras do setor da construção pesada com atuação internacional como crescimento e perpetuação no mercado, aumento da produtividade e adequação da gestão da produção. Ainda, afirmou que vários fatores influenciam a produtividade de empresas da construção civil, como o perfil de mão de obra, o planejamento e controle dos projetos ou até mesmo fatores externos como deficiências em infraestrutura, encargos e restrições comerciais (PARIZI; NääS; GARCIA, 2017).

Então, o setor industrial ofereceu uma vertente do próprio sistema de produção ao setor de construção. Assim, tornou-se válido avaliar a adaptação dele a ramos da Engenharia Civil. Neste caso, o *Lean Philosophy*, ou Filosofia Enxuta, expandiu-se para permitir a implementação nesta área, assim como as próprias ramificações (MOLEVELD, 2017).

Preliminarmente, essa nova filosofia de produção advém da linha de produção da Toyota da década de 1950. Em primeiro lugar, ela visava eliminar inventários e outros desperdícios por meio de pequenas alterações técnicas na própria manufatura a fim de melhorar qualidade final. Em seguida, buscou-se evolui-la para aplicação em larga escala em toda a companhia (KOSKELA, 1992).

Por consequência, precisou-se reformular conceitos da missão e da visão da estrutura organizacional dos procedimentos. Isso provocou a adequação dos métodos derivados, como o *Lean Planning* e o *Lean Supply Chain Management*, para os métodos tradicionais em uso na Engenharia Civil (HEMAKUMAR, 2017). Por fim, esse novo sistema de produção evoluiu em três etapas de acordo com a sua propagação e com o avanço da manufatura sendo elas, concepção de ferramentas, de métodos de manufatura e da filosofia de gerenciamento *lean* (KOSKELA, 1992).

O *Lean Construction* surgiu a partir desse contexto para superar os desperdícios em potencial ao otimizar o prazo de entrega das construções, assim como o desperdício de dejetos, algo contra os princípios ecológicos atuais em vista de promover benefícios em termos de produtividade e qualidade (KOSKELA, 1992).

Adicionalmente, diversos autores já apresentam resultados positivos como resposta à aplicação de princípios *lean* a diferentes etapas de projetos da construção civil (ASLAM; GAO; SMITH, 2020). Dentre eles, (HILL, 2013) afirma que 70% dos casos com atuação do *Lean Construction* apresentaram melhoras nos problemas supracitados.

Logo, deu-se origem a um grupo de pesquisadores sob o nome de *International Group for Lean Construction* (IGLC). Este grupo se vê responsável por desenvolver o sistema de gestão de produção na construção civil para composição de ferramentas *lean* (PIET, 2016). A eficácia na aplicação deste modelo apresentou tamanho impacto em território nacional que, há 20 anos, o Brasil dispõe do *Lean Institute Brasil* como referência das práticas desse sistema.

Assim, todo o conceito de produção enxuta se origina na tentativa de eliminação de desperdício, por exemplo, ao reduzir o tempo de preparação, por meio de cooperação com o fornecedor ou no aprimoramento das relações com subcontratantes. Ainda, evitar defeitos em produtos, superprodução, estoques desnecessários, tempo de espera, dentre outros fatores, são princípios essenciais para manter o bom funcionamento ao atender às necessidades do usuário. Em suma, Koskela (1992) estabeleceu que o LC se fundamenta em, por princípio, agregar valor ao produto final de acordo com as exigências do cliente, evitar qualquer processo que não agregue valor e incentivar a melhoria contínua.

A transição do sistema implementado na manufatura para o da construção baseou-se em fatores chaves. Para ilustrar, tem-se o compromisso na gestão, em melhorias, no envolvimento de funcionários e na aprendizagem. Assim, deve-se considerar o fluxo de

processo do projeto da construção na hora de aplicá-los (PIET, 2016).

No caso, um projeto de construção se constitui de diversas etapas para um planejamento eficiente. Espera-se análise prévia do local e levantamento de informações, concepção dos projetos arquitetônicos e de engenharia, revisão, aprovação, legalização da obra, definição do cronograma físico-financeiro, levantamento e orçamento de materiais e mão de obra para, enfim, executar e acompanhar a construção em si (BARRETO, 2014). Isto posto, a excelência operacional visada pela filosofia *lean* para otimizar fluxo de processos se fez útil desde as etapas de pré-projeto até após a execução da obra. Portanto, busca-se eliminar etapas supérfluas para otimizar o tempo e reduzir desperdícios custosos, como taxas de serviço. Logo, questiona-se, quais impactos a aplicação dessa filosofia pode trazer para a concepção de um projeto de Engenharia Civil em termos de otimização de custos e tempo?

Este projeto de graduação visa analisar a valorização agregada pela aplicação do *lean* antes mesmo da construção ao pô-lo em prática no processo de mobilização de mão de obra na construção pesada. Em detalhes, pretende-se fazer o mapeamento desse processo de mobilização para, então, aprimorar o planejamento da execução dos empreendimentos e implementar novos métodos de gestão de projeto no âmbito organizacional e nas diversas fases da construção pesada para agregação de valor.

Assim, identificarão-se os desperdícios presentes no projeto de acordo com a filosofia *lean* para consolidar um método de acompanhamento de indicadores de desempenho. Logo, espera-se avaliar as consequências e impactos na própria execução, a priori, por análise bibliográfica, pelo método *ProKnow-C* (VILELA, 2012a), complementada de pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011), na qual se proporá melhorias por um plano de ação.

A partir disso, esse trabalho se divide em cinco capítulos. Faz-se análise bibliométrica e sistêmica para reunir o material necessário que responda a pergunta de tese e atenda aos objetivos pela revisão de literatura elaborada no capítulo 2. Em sequência, a metodologia se descreve no capítulo 3. De resto, a pesquisa-ação se desenvolve em uma empresa de construção civil apresentada e analisada no capítulo 4 e a conclusão compreendendo sugestões para trabalhos futuros se encontra no último capítulo, o 5.

2 Revisão bibliográfica

Para este capítulo, fez-se revisão bibliográfica baseada em referencial teórico encontrado a partir de levantamento bibliográfico. No caso, realizou-o de forma metodológica ao seguir o método *ProKnow-C* (VILELA, 2012a) para obtenção justa e eficaz de material teórico, como artigos relativos ao tema deste projeto que, por sua vez, voltam-se à construção civil e ao *Lean Project*. Esses dois termos são a base para a construção da revisão necessária para definir, futuramente, a metodologia a fim de cumprir os objetivos já definidos para este projeto. Todas essas etapas serão abordadas e descritas em seguida.

2.1 Seleção de portfólio bibliográfico

O método *ProKnow-C* para obtenção do portfólio seguiu a metodologia definida em Vilela (2012a). Então, partiu da seleção dos eixos de pesquisas e as suas respectivas palavras-chave que, desse modo, seriam combinadas para fazer um levantamento de artigos em bases de dados bibliográficos.

Dessa forma, foi possível fazer análise sistêmica para se definir, dentre os resultados encontrados, um tema que acrescenta valor aos eixos de pesquisa definidos. O esquema feito se encontra na tabela abaixo:

Tabela 1 – Definição e descrição dos eixos de pesquisa.

| Eixos | |
|----------------------------|--------------------------------|
| <i>Lean project</i> | Construção civil |
| Palavras-chave | |
| <i>Lean Construction</i> | <i>Process improvement</i> |
| <i>Lean Management</i> | <i>Construction management</i> |
| <i>Lean Implementation</i> | <i>Project management</i> |

Quanto a isso, vê-se pertinente evidenciar que as palavras-chaves se encontram em inglês devido à escassez de resultados relevantes para as equivalentes traduzidas em português. No mais, os eixos foram escolhidos para encontrar o material base necessário para alcançar o objetivo final do projeto. Assim, *Lean project* determina-se os possíveis segmentos da filosofia *Lean* que podem ser adaptados para a fase de projeto da construção civil, segundo eixo com as próprias palavras-chaves.

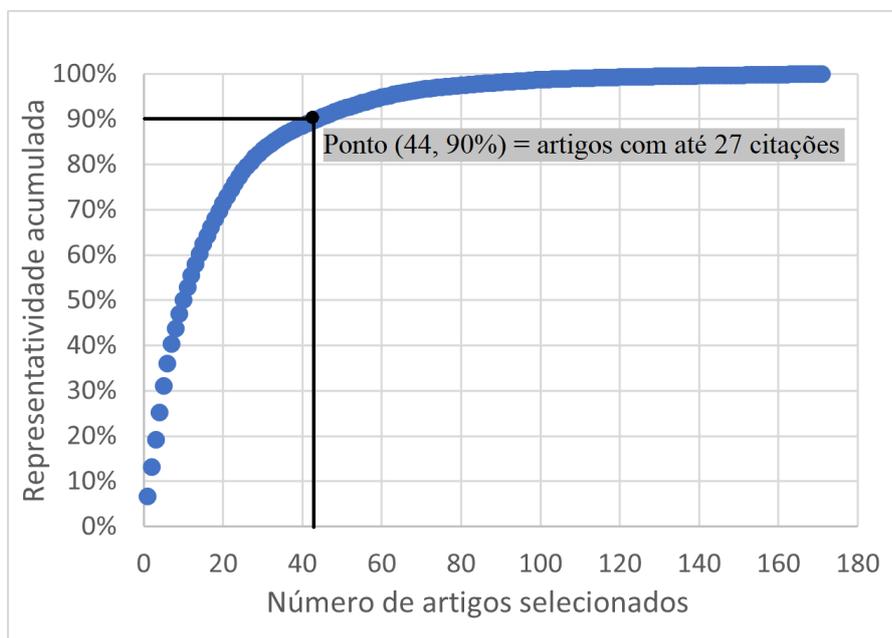
Em seguida, procura-se definir os portfólios bibliográficos. Primeiramente, por direito de acesso e, em segundo lugar, pela relevância dos artigos encontrados em relação ao tema aqui exposto. Por fim, optou-se pelas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*.

Uma vez definidas as bases de dado, seguiu-se para a pesquisa de combinações e registro das referências de todas os resultados encontrados. Depois, realizaram-se diversas etapas de filtragem do banco de artigos bruto para sair do total encontrado inicialmente até os identificados como relevantes para a construção deste projeto.

A filtragem [Vilela \(2012b\)](#) consiste, inicialmente, na eliminação dos artigos redundantes resultados das diversas pesquisas em bases de dados distintas com auxílio da ferramenta EndNote®. Então, passou-se para o alinhamento do título pela eliminação daqueles que não condiziam com o assunto. Esta foi a fase que mais restringiu o banco de artigos gerado.

Então, passou-se ao reconhecimento científico pelo número de citações que um artigo obteve. Nesta etapa, aqueles considerados de "baixo reconhecimento" foram triados por relevância do auto e por publicação recente (menos de dois anos). Ademais, torna-se válido ressaltar a definição da etapa de reconhecimento científico pelo método ABC. Portanto, da relevância dos artigos representada pelo número de citações de forma cumulada, foram selecionados os pertencentes aos grupos A e B, equivalentes a 90% do total sendo representados por artigos de até 27 citações.

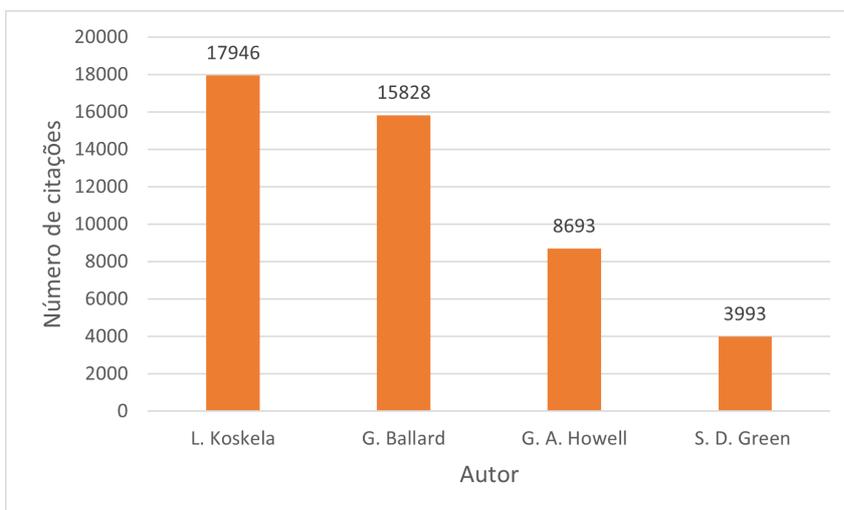
Figura 1 – Curva ABC para identificar relevância científica.



Fonte: Resultado de pesquisa (2020).

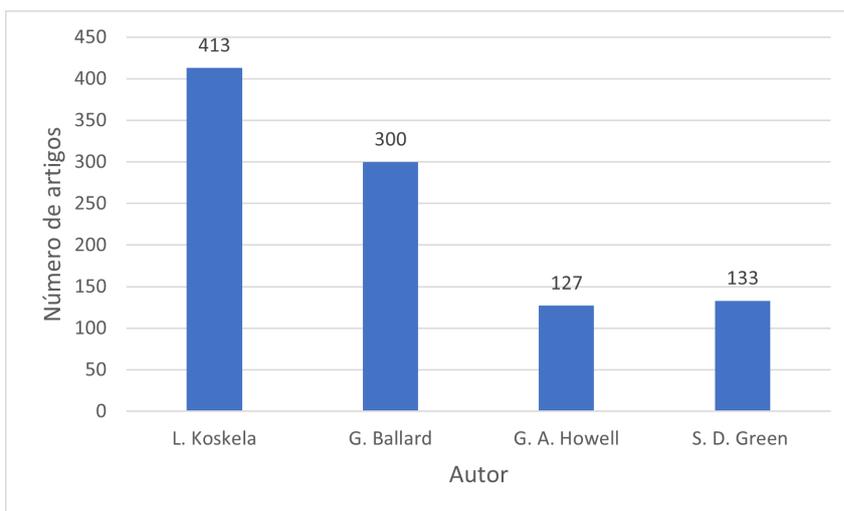
Neste caso, há seleção independente do conteúdo do artigo. Logo, revelou-se que, dentro do contexto deste projeto, os principais autores são L. Koskela, G. Ballard, G. A. Howell e S. D. Green.

Figura 2 – Comparativo entre autores por número de citações.



Fonte: Google Scholar (2020).

Figura 3 – Comparativo entre autores por número de artigos publicados.



Fonte: Google Scholar (2020).

Adicionalmente, foram lidos o resumo de todos os artigos restantes para triagem adicional. Enfim, verificou-se a disponibilidade por acesso gratuito dos artigos resultantes levando, por último, ao alinhamento do texto integral. Esta última etapa permitiu a seleção definitiva dos artigos que contribuirão para o desenvolvimento do restante deste capítulo. Por conseguinte, todas as etapas e resultados podem ser verificados na tabela abaixo :

Tabela 2 – Filtragem do banco de artigo bruto.

| Filtragem | Quantidade de artigos restante |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Inicial | 7044 |
| Redundância | 4201 |
| Alinhamento do título | 181 |
| Total parcial | 60 |
| - <i>Reconhecimento científico</i> | 44 |
| - <i>Não confirmados por autor</i> | 8 |
| - <i>Não confirmados por data</i> | 8 |
| Leitura de resumo | 37 |
| Disponibilidade | 22 |
| Alinhamento de texto integral | 12 |

Dessa forma, o portfólio alcançado permitiu adquirir discernimento do ponto em que a construção civil estava e para onde se direciona com o pensamento *Lean*. Cronologicamente, o estudo se origina com Koskela (1992) no mesmo ano, logo, considera-o relativamente recente. Consoante, os artigos aqui obtidos datam entre 2006 e 2019. Assim, mostra-se o intento de abordagem atual para se beneficiar disso e estender a relevância deste projeto em termos de contemporaneidade.

Então, observa-se metodologias, facilitadores, barreiras e ferramentas para compreensão desde a origem da problemática que culminou na adaptação de um sistema de produção na sua implementação à engenharia civil. Com isso, tornou-se possível a análise sistêmica do *Lean* em um projeto deste setor a fim de avaliar seus impactos.

Por fim, esta etapa se conclui e dá sequência à revisão bibliográfica. Logo, serão analisados os artigos de forma organizada dentro de cada eixo, no caso, dentro das seções 2.2 e 2.3 e de acordo com o intento da construção das etapas subsequentes, uma vez que, dispõe-se de conhecimento técnico dos assuntos aqui abordados.

2.2 Construção civil

Neste contexto, os autores Bajjou, Chafi e En-Nadi (2017) contribuíram com visão comparativa entre os os métodos tradicional e enxuto permitindo, assim, a construção de uma base culminando na transição entre eles. Sobretudo, forneceram análise detalhada dos principais motivos, como o excesso de desperdícios, que mostraram a necessidade de tal transição. No mais, Ansah e Sorooshian (2017) auxiliaram com as próprias observações sobre como abordar a filosofia *Lean* de gestão neste contexto.

A partir do momento em que o método tradicional aplicado na construção civil não satisfazia mais e não acompanhava o desenvolvimento e a globalização de todos os setores num geral, foi necessário a introdução de um novo sistema. No caso, isso se comprova pelo mero fato que, segundo a CII (Construction Industry Institute), de 25% a 50% dos custos

das construções se originam da ineficiência desse sistema tradicional. De fato, tornou-se o setor da indústria com maior taxa de desperdício em relação à produção (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

Por consequência, esse desperdício acarreta em sobrecustos, atrasos, problemas de segurança e, evidentemente, baixo desempenho. Visto que, neste setor o produto final é uma construção, cada uma possui localização distinta. Assim, toda a logística entre as diferentes etapas e fases do projeto muda entre os projetos tornando complexa a otimização dele. Inclusive, por haver partes independentes trabalhando em conjunto, em maioria, pela primeira vez e com o mesmo cronograma.

O sistema *Input-Output* é, geralmente, exclusivo para cada projeto. Dessa maneira, diferentes empresas, fornecedores, terceiros, trabalham juntos pela primeira vez a partir da própria metodologia. Então, torna-se difícil a padronização de um sistema único para diversos projetos.

Diminuir essas incertezas torna-se o passo principal para se alcançar melhor desempenho. Entretanto, é difícil estabelecer um padrão na construção pela grande variedade de fatores influenciadores no resultado final em termos de custo, desempenho e prazo. Assim, espera-se criar valor ao eliminar desperdícios por meio de planejamento e coordenação mútua, sobretudo, na organização do canteiro de obras (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

2.2.1 Desperdícios na construção civil

A indústria de construção civil aglomera cerca de 57% de tempo de produtividade desperdiçado segundo dados do LCI em 2014 (ANSAH; SOROOSHIAN, 2017). A origem deriva de múltiplos fatores. Dentre eles, podem-se identificar a produção em excesso, transporte e processo desnecessário, problemas de inventário, tempo de espera mal planejado, defeitos e retrabalho, desperdício de potencial e intelectual dos funcionários e acidentes de trabalho (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

Figura 4 – Os oito desperdícios *lean*.

Fonte: Flex Pro Consultoria (2020).

Em particular, o excesso de produção caracterizado por tarefas realizadas sem motivo estabelecido ou uso de equipamentos e ferramentas de alto custo que não valorizam o produto final. Atividades desnecessárias no meio de produção apenas acrescentam risco, custo e atrasos. Entretanto, essa imprudência é complexa para se analisar e eliminar. Por não agregar valor, resta otimizar para evitar gasto desnecessário de elementos que podem comprometer a qualidade do produto final.

No mais, o tempo de espera, ou seja, o tempo não aproveitado ou que não pode executar uma tarefa, torna-se um dos mais visíveis. A falta de material, equipamento, mão de obra ou mal planejamento deve ser contornada com antecedência ao se fazer o planejamento da construção a fim de evitar quebras no trabalho sequencial. Algo assim se remedia por melhor planejamento ao sincronizar certas tarefas e por estudo de previsão de outras inclusive no cronograma do projeto (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

Qualquer potencial não aproveitado se converte em perda significativa para a agregação de valor à obra. A mão de obra de uma empresa pode ser caracterizada como fonte de soluções. Logo, vê-se ignorada a criatividade e iniciativa dela que, às vezes, ficam perdidas nos sistemas hierárquicos de empresas tanto tradicionais quanto não. O desempenho de projeto depende diretamente da eficácia e das habilidades de quem se responsabiliza e trabalha por ele (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017). Essa é uma das causas de desperdícios mais simples a ser contornada.

O planejamento de um projeto deve ser minuciosamente elaborado e coordenado. Para isso, os objetivos estabelecidos e as informações reunidas para elaborar o projeto base precisam levar em consideração as realidades encontradas e se adaptar a elas. De um

lado, podem-se direcioná-las para um método de solução tradicional ou se adaptar para novos métodos que priorizam a redução de desperdício como visa a filosofia *Lean*.

2.3 *Lean Project*

Neste âmbito, os autores [Ansah e Sorooshian \(2017\)](#) garantiram uma visão mais focada do LC no quadro de gestão. Do mesmo, [Aziz e Hafez \(2013\)](#) ofereceram estudo direcionado às ferramentas dispostas pelo sistema *Lean*, assim como [Salem et al. \(2006\)](#). Tudo isso de acordo com os paradigmas fornecidos em [Ballard e Howell \(2016\)](#) e [Ballard e Howell \(2003\)](#) para gestão de construção.

Na base, esta introspecção se observa pela análise de [Koskela e Ballard \(2006\)](#) sobre a implementação de sistemas de produção para a própria gestão. Então, [Bertelsen \(2016\)](#) analisou até que ponto o LC foi e como e quais seriam os melhores métodos para abordá-lo. Similarmente, vale ressaltar a importância da visão abrangente de [Green e May \(2005\)](#) sobre o significado do tema e a própria implementação que, inclusive, serviu de base para autores aqui citados, assim como Ballard, Howell e Koskela.

Ademais, [Bayhan, Demirkesen e Jayamanne \(2019\)](#) estudaram sobre facilitadores e barreiras para a implementação *Lean* no setor. Por outro ponto de vista, [Lapinski, Horman e Riley \(2006\)](#) fez semelhante, porém sob o ponto de vista da sustentabilidade.

A filosofia de gestão *Lean* já se provou altamente eficaz no setor de manufatura, sobretudo por se originar na indústria automotiva japonesa, especificamente, no Sistema de Produção Toyota (TPS, do inglês *Toyota Production System*). Esse sistema veio para cobrir as falhas presente no sistema equivalente americano quanto ao desperdício gerado ao longo da linha de produção ([KOSKELA; BALLARD, 2006](#)).

Tendo em vista o problema crônico de desperdício na construção civil, provou-se lógica a adaptação e integração do pensamento *Lean* nela, ou do português "enxuto", por meio da eliminação de atividades desnecessárias e que não agregam valor para o cliente final. Como na manufatura, espera-se, no produto final e durante a própria produção, qualidade e economia de recursos.

Entretanto, há divergências entre o setor de construção e o de manufatura. No caso, diferem no local de produção, no caso, o canteiro de obras, no tipo de projeto e na complexidade. A identificação desses fatores se vê crucial para a adaptação do *Lean* original para o LC ([BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017](#)).

Em suma, o LC foca na redução de desperdício nos processos da construção, minimiza irregularidades, interrupções e variabilidades no fluxo de materiais e informações. Por último, visa atender às necessidades do projeto assim que determinadas em vez de tentar prever, com imprecisão, o que poderá ser necessário. Tal como, entregar o material

no canteiro apenas quando exigido (ANSAH; SOROOSHIAN, 2017).

2.4 Gestão de projeto

Um projeto se descreve em um sistema de coordenação e planejamento de produção para um determinado período. Dependendo da complexidade, a cadeia logística que ilustra o fluxo de gestão exige determinado método para obter sucesso na execução (BALLARD; HOWELL, 2016).

A gestão do projeto tradicional, normalmente, se baseia no princípio *pushing*. No caso, todos os participantes devem seguir o cronograma estabelecido e desconsiderar se ele está pronto ou com os recursos necessários para execução. Dessa forma, acarreta-se em problemas crônicos intrínsecos. Em consideração ao objetivo dessa tese, faz-se irrelevante entrar mais ao fundo nesse método. Vale-se apenas estabelecer o significativo desperdício de tempo e energia ao forçar uma cadeia de acontecimentos sem precisar a interdependência entre os colaboradores do projeto (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

Par intervir nessa problemática, o LC apresenta ferramentas como o *The Last Planner System*® (LPS). Assim, faz-se planejamento colaborativo a fim de facilitar a comunicação e participação para considerar todos os participantes na tomada de decisão. Assim, determina-se os principais dentre eles, a melhor sequência de tarefas e os obstáculos para elaborar um planejamento com cada fase retratada com esses elementos definidos (BALLARD; HOWELL, 2016).

Desse modo, o LPS consiste de certos componentes para ter êxito. Dentre eles, tem-se o "*Look-Ahead Planning*", este visa obter a sequência e duração de tarefas por intermédio de planejamento antecipado para prever a realidade prevista e do alinhamento à capacidade de produtividade. Em outras palavras, definir cronograma para, em média, as seis semanas futuras com as restrições consideradas necessárias para reduzir consideravelmente as chances de atrasos. Além disso, definir os requisitos e disponibilidades de materiais, equipamentos e pessoal de acordo com as condições existentes.

Dessarte, o LPS conta com o comprometimento, planejamento e aprendizado. Este método afeta diretamente na organização e estruturação interna de pessoal. Assim, procura-se intentar à qualidade pelo planejamento antes de direcioná-lo à produção. Então, verifica-se a produtividade por meio de indicador de taxa de tarefas concluídas em relação ao planejamento inicial (BALLARD; HOWELL, 2003).

O objetivo se encontra na adaptação do fluxo de trabalho e confiabilidade para se alcançar eficiência e eficácia para gerar valor ao produto final, no caso, à construção (ANSAH; SOROOSHIAN, 2017). Do mesmo, vale-se otimizar os projetos na base da transformação do próprio fluxo e na geração de valor (KOSKELA; BALLARD, 2006).

A base para a gestão de projeto com mentalidade *Lean* se deve na mudança de foco da responsabilidade para o aprendizado. Como os autores [Aziz e Hafez \(2013\)](#) mostraram, buscar justificativas para erros e responsabilizá-los não agrega valor. No caso, deve-se coordenar os recursos existentes e supor que serão necessários para cumprir o cronograma.

Por meio de análise sistemática, os autores [Bajjou, Chafi e En-Nadi \(2017\)](#) buscaram fazer um comparativo entre o método tradicional e os métodos e ferramentas dispostas pelo LC. Isto posto e em contrapartida ao sistema hierarquizado tradicional, concluiu-se que o método enxuto tende ao planejamento e gestão planejado e encontrar-se aberto à discussão. Essa colaboração pode ser crucial para a resolução de problemas com auxílio da análise de indicadores de desempenho.

Também, [Bajjou, Chafi e En-Nadi \(2017\)](#) apresentam outras alternativas simplificadamente no *International Journal of Engineering Research in Africa*. Dentre elas, tem-se o *Value Stream Mapping (VSM)*. Aqui, visualiza-se por meio de gráficos desperdícios encontrados como a produção em excesso, deslocamento e transportes dispensáveis, assim como erros de cronograma como tempo de espera mal calculados. Logo, procura-se a otimização do fluxo e continuidade do processo de construção.

Do mesmo modo, o método visual de gestão auxilia a gestão por meio da transparência do projeto. Isto é, uso de painéis gráficos para ilustrar os acontecimentos. Tal modo pode contribuir na solução de problemas e tomada de decisão.

Em seguida, o sistema *Just-in-time* permite a otimização do inventário da construção. Fator que também impacta no fluxo, espera e cronograma da obra. Juntamente, o método 5S (traduzido do japonês em: senso de utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina) também intervém na organização do material em campo ao eliminar elementos desnecessários.

De novo, tudo isso visa contornar as práticas falhas de gestão provisionadas pelo método tradicional ao tentar controlar as complexidades do processo ao ignorar a relação entre as tarefas. Do contrário, espera-se atender às demandas do cliente ao avaliar a cadeia logística ali presente com suas correlações e usufruir de recursos e progressos mútuos ([ANSAH; SOROOSHIAN, 2017](#)).

Ainda, a fim de utilizar uma ferramenta de solução de problema, os autores [Saad et al. \(2013\)](#) analisam a aplicação do pensamento A3, metodologia presente na filosofia *lean*. No caso, ela auxilia na compreensão e abordagem do problema em questão.

Por fim, essa ferramenta segue um fluxo para análise de problema que consiste na aplicação dos "5 porquês", em que se questiona 5 vezes o motivo do problema para chegar à causa raiz a fim de examiná-la minuciosamente. Esta análise compreende diversos elementos, tais quais: identificação do problema; indícios; mudanças; dados relevantes; identificação de defeitos; distinção; relação entre as causas; teste, correções, resultado e

conclusão; causa mais provável; correções e controles de curto e longo prazo (SAAD et al., 2013).

2.4.1 Fatores de implementação e tomada de decisão

O estudo dos autores Bayhan, Demirkesen e Jayamanne (2019) buscou estabelecer fatores essenciais na implementação do pensamento enxuto à construção civil sob diversas perspectivas, como financeira e administrativa. No caso, foram analisados os motivos que facilitavam e os que impediam a sua aderência, apresentados resumidamente em seguida.

De um ponto de vista financeiro, o mercado deve estar aberto a estratégias visionárias, sobretudo às de *Lean* que, inclusive, geram lucros à longo prazo. Entretanto, a variabilidade de projetos e pesquisas para implementar ferramentas *Lean* pode gerar custos extras. Assim como, evitá-las pode influenciar no custo final ao adotar estocagem pelo método tradicional, por exemplo (BAYHAN; DEMIRKESEN; JAYAMANNE, 2019).

Pelo lado administrativo, sua implementação exige comprometimento e incentivo para pô-la em prática. Do mesmo, deve-se realizar conscientização e sensibilização tanto dos funcionários das empresas participantes quanto do cliente. Caso contrário, preconceitos e prejulgamentos devido à falta de informação quanto à sua aplicação podem arriscar o próprio sucesso e atrasar investimentos. Além disso, a falta de suporte pode provocar incertezas e inocuidade do projeto (BAYHAN; DEMIRKESEN; JAYAMANNE, 2019).

No mais, para adaptação bem sucedida, certos pontos técnicos devem ser atendidos como prevê o estudo de Salem et al. (2006). Vê-se necessário treinamento e avaliação dos recursos à disposição. Em seguida, espera-se que reuniões recorrentes aconteçam para atualização das informações que podem ser auxiliadas pelo VSM, como apresentado no estudo de Bayhan, Demirkesen e Jayamanne (2019). Contudo, a complexidade da filosofia *Lean* e a própria eficiência operacional pode se reverter em empecilho caso aqueles que a praticam não a dominem. Ainda, isso se faz válido para o entendimento das ferramentas dispostas, como o LPS.

Tal como, melhoria contínua detém perspectiva à longo prazo por intermédio do *Lean Project*. Também, obtém-se resolução dinâmica de problemas e criatividade. A proposição de ideias para aperfeiçoamento da qualidade, manutenção, segurança e redução de custo, constata-se diretamente ligada ao processo de aprendizado do corpo de trabalhadores. Assim, torna-se essencial a participação dele nas etapas de planejamento, execução, análise de desempenho e *feedback* com o intuito de desenvolvimento individual e coletivo (SALEM et al., 2006).

Neste contexto, Ballard e Howell (2003) estabelece a importância de contratos de longo prazo em vez do tradicional de curto prazo no que concerne redução de custos e melhorias duradouras. Isso influencia no aprendizado por experiências e análise de

desempenho e controle.

Similarmente, [Lapinski, Horman e Riley \(2006\)](#) determinaram fatores necessários para desenvolvimento de projeto sustentável. No caso, faz-se válido verificar a compatibilidade do projeto com a iniciativa sustentável. Se for positiva, com algumas condições, isso se faz possível.

Neste cenário, o fundamental ocorre na implementação preliminar de ferramentas *Lean* no projeto. Dito isso, vale-se a experiência de funcionários com a iniciativa sustentável e o alinhamento dos objetivos da equipe e do projeto com o mesmo. No caso, nota-se imprescindível o foco nos setores administrativo e financeiro para tal feito.

O gerenciamento de sistemas complexo é uma nova habilidade a ser dominada no setor. Resumidamente, segundo [Bertelsen \(2016\)](#), faz-se elementar aprimorar o sistema inicialmente antes do detalhamento. Além disso, estabelecer objetivos e melhorar a comunicação para melhor gestão da operação e da cadeia logística. Por fim, levar em consideração os erros como oportunidades de aprendizado.

Cada resultado completado deve ser considerado como análise de motivos e atitudes a serem tomadas. Assim, evita-se erros repetidos e, ainda, identifica as condições limites do processo, seja por falta de material ou equipamento ou por prerequisites não alcançáveis ([BALLARD; HOWELL, 2003](#)).

Pela mesma razão, [Ballard e Howell \(2003\)](#) focam na satisfação do cliente por ser essencial para estabelecer a importância para o projeto aplicar o LC. Assim sendo, todos os participantes, seja contratados ou fornecedores, devem ter em vista o desejo do cliente para integral e direta satisfação. Uma vez atendida, maximiza o valor do produto final e minimiza custos extras e atrasados desnecessários em caso de retrabalho pelo contrário.

Ainda, ao expandir o ponto de vista, os autores buscam levar em consideração toda a cadeia logística. A relação entre os participantes é um atuante significativo para construção de metodologia em LC. Desse modo, tem-se cooperatividade e construção de relação a fim de obter rede de solução de problemas eficaz. Também, obtém-se maior e melhor harmonização da cadeia por coesão, parceria e coordenação por compartilharem os mesmos objetivos melhorando o desempenho global.

Tal feito pode ser otimizado ao minimizar os caminhos a se percorrer na cadeia, a quantidade de partes participantes e as etapas a seguir ao reorganizar sua estrutura. No caso, a perspectiva do sistema influencia diretamente na eficiência dela própria. Por conseguinte, pode-se avaliar condições contratuais para coordenar o objetivo visado ([BALLARD; HOWELL, 2003](#)).

A incerteza da tomada de decisão se minimiza ao se basear na informação obtida na etapa precedente. Logo, o fluxo de informações se torna primordial para que este conceito *Lean* seja alcançado. Obviamente, na prática há complicações, mas podem ser

administradas ao estudar as decisões tomadas juntamente à realização delas. Assim, reduz-se variabilidades ao restringir o planejamento do projeto (KOSKELA; BALLARD, 2006).

Em resumo, Green e May (2005) apresentam a implementação do LC em três etapas ou modelos. Em primeiro lugar e mais importante, foca-se na redução de desperdício na eliminação de movimentações e custos desnecessários e na otimização do fluxo de trabalho para evitar interrupções. Esta etapa requer foco técnico e operacional para que, o que for ali economizado, agregue ao nível corporativo pelo aprimoramento do desempenho e da eficiência.

Em segundo lugar, os autores, ainda, destacam o aprimoramento das relações da cadeia logística, ou seja, mudança corporativa. O pensamento *Lean* permite o desenvolvimento da confiança entre empresas e firmas para evitar conflitos. Assim, melhora-se a partir da cooperação e colaboração mútua com melhor relacionamento para compartilhar conhecimentos e técnicas em equipe.

Por último e mais complexo, busca-se reestruturar a logista do projeto. Nesta parte, espera-se passar de contratos de curto prazo para longo, treinamento de funcionários com incentivo à participação deles e, enfim, aplicação de ferramentas *Lean* tais como LPS e VSM. Tudo isso influencia na forma na qual o projeto é entregue. Com efeito, isso requer equipes integradas e padronização na aplicação de ferramentas e metodologias (GREEN; MAY, 2005).

Em conclusão, como determina Green e May (2005), *Lean* é um conjunto de técnicas aplicadas a um sistema de produção que, também, detém valor social. No caso, o LC é uma ramificação do *Lean Production* proposto por Koskela (1992) como uma teoria alternativa de produção. Assim, surgiram táticas de planejamento, como o LPS de Ballard e Howell (2003), para catalisar a mudança do sistema de construção tradicional para melhor eficácia no que concerne os objetivos da produção enxuta.

2.4.1.1 *Business Process Management* (BPM)

Ainda no contexto de ferramentas *lean*, encontra-se a BPM, ou Modelagem de Processos de Negócio. No que lhe concerne, tem por princípio a modelização de empresas a partir de interfaces e programas de linguagem de modelização de processos como o *Bizagi*®, *ADONIS*® ou *ADOIT*®. Como explicitado e exemplificado em Bouher (2020), esse método visa dar oportunidade à reorganização de empresas de acordo com o princípio que escolher seguir.

Esse processo segue uma lógica estruturada para alcançar a própria meta de auxiliar a tomada de decisões. Assim, busca-se estruturar as informações para a própria gestão ao introduzi-las em base de dados que desempenhará importante função decisiva de acordo

com o alinhamento da estratégia com o processo.

No geral, [Bouher \(2020\)](#) conclui que essa estratégia busca agregar valor e otimizar o desempenho por meio de organização, competência dos funcionários, estruturação do processo, sistematização da informação e gerenciamento dos recursos e metodologias empregadas. Em outras palavras, espera-se, por meio do aprendizado, tornar a empresa mais ágil por integratividade, reatividade e inovação.

Com o propósito de fazer diagnóstico organizacional da empresa alvo, deve-se compreender sua estrutura. No caso, o tipo de organização, ou seja, hierarquia, onde reside a responsabilidade e como se encontra repartida, igualmente a como se transmite a informação interna e externamente.

Nesta etapa, vale-se avaliar as competências do RH e até que ponto a empresa se vê capaz de gerir seus recursos técnicos. Isto é, gestão provisória de competências e atribuições, gestão de planejamento e sistemas de aprendizagem organizacional. Desse modo, deve-se assegurar a interoperabilidade dos processos para a própria reorganização a fim de criar valor para a empresa pela planificação e otimização do desempenho ([BOUHER, 2020](#)).

Esta abordagem aspira interligar os componentes chaves do processo como os recursos humanos e tecnológicos, os rendimentos e o sistema de informação ([BOUHER, 2020](#)). Em outras palavras, o encadeamento da equipe de funcionários, dos equipamentos, do material, das informações e dos procedimentos centrado em uma dada estratégia. Estes representam o dinamismo da empresa por meio do fluxo de atividades que reproduzem a própria eficiência.

O resultado exigido pelo cliente e almejado pela empresa é consequência da gestão de recursos pela direção a fim de usar medidas, análises e melhorias satisfatórias ([BRAESCH; HAURAT, 1995](#)). Desta maneira, o BPM busca criar diálogo na estratégia de decisões dentro do processo pela própria reengenharia e realocação de recursos para otimizar o fluxo de trabalho que passará, posteriormente, por processo de avaliação de desempenho.

Segundo [Karagiannis \(1994\)](#), primeiramente, devem-se definir os objetivos e os indicadores chave de desempenho, assim como os fatores de sucesso e quais critérios de desempenho adotar. Isso representa a etapa de decisão estratégica para, em seguida, passar à reengenharia do processo.

Por conseguinte, [Karagiannis \(1994\)](#) reorganiza as próprias competências ao avaliar a documentação, modelização e otimização do processo de negócio. Não apenas, afirma que deve-se avaliar, também, a alocação de recursos ao gerenciar a implantação operacional dependendo das capacidades de sistema de informação e recursos humanos.

Seguidamente, do que se trata do fluxo de trabalho, [Bouher \(2020\)](#) explicita a automatização dos fluxos informações em tempo real durante a execução dos processos para

monitorar o desempenho dos processos operacionais. Já para a avaliação de desempenho, espera-se integrar dados do processo e dados organizacional por definição de indicadores e medidas de desempenho por auxílio de simuladores em programas, como os supracitados no início desta seção, para melhor visualizar e interpretar os resultados.

O que concerne a modelagem do processo, trata-se da elaboração da cartografia organizacional para reestruturação e proposição de melhorias que consistem um plano de ação que possa ser implementado e acompanhado como projeto de reorganização (BOUHER, 2020). Mais especificamente no enquadramento do BPM, encontra-se a classificação BPMN. Nela, trata-se da notação gráfica a qual seguir para ilustração do fluxo de trabalho. Assim, esta etapa finaliza um ciclo de medidas que podem ser retomados para alcançar um estado de melhoria contínua condizente com a filosofia *Lean*.

3 Metodologia

Inicialmente, admite-se que o projeto se enquadra em pesquisa-ação, como proposto em relação aos procedimentos técnicos de [Thiollent \(2011\)](#). Assim, os autores desse projeto visam aplicar os conhecimentos teóricos apresentado no capítulo anterior em um caso existente. Portanto, tornará-se clara a intenção de propor resolução a um problema de gestão e logística em busca da otimização do fluxo de processo de mobilização de mão de obra.

Primeiramente, essa metodologia foi escolhida em vista da resolução de problemas práticos uma vez que um dos autores tem acesso direto e participação ativa ao projeto em questão como estagiário. Assim, enquadra-se nas premissas de [Thiollent \(2011\)](#) para ser classificado como pesquisa-ação.

No mais, este projeto se encaixa no quadro de pesquisa científica qualitativa com objetivo explicativo, segundo ([GIL, 2002](#)). Isto é, pretende-se identificar os fatores *Lean* que influenciariam na melhoria do projeto em estudo para, assim, propor plano de ação conforme o necessário.

Dessa maneira, será analisada a situação real em que poderiam ser melhoradas com as metodologias disponíveis pela filosofia *lean*. Cada problema encontrado será esclarecido e classificado em ordem de prioridade de acordo com a própria natureza do desperdício. O objetivo consiste em explicá-los e resolver pelo menos um deles por meio da aplicação de ferramentas *lean*, como as apresentadas anteriormente.

Figura 5 – Ilustração da metodologia de pesquisa-ação.



Fonte: Adaptado de McKay e Marshall (2001).

Em mais detalhes, o decorrer desta pesquisa-ação seguirá as seguintes etapas:

1. Análise em conjunto com a empresa para discussão do assunto e coleta de dados a partir de contato com funcionários em direta relação com as atividades representadas no mapeamento.
2. Discussão sobre possíveis fontes de informações e sobre a pesquisa bibliográfica sobre os desperdícios *lean* e mapeamento de processos em BPM.
3. Levantamento de hipóteses para otimização *lean* do mapeamento de processo atual como soluções e definição das próximas etapas de trabalho.
4. Implementação das etapas de trabalho.
5. Acompanhar e monitorar as mudanças nos processos de mobilização da mão de obra juntamente à empresa para análise da evolução das implementações por indicadores de desempenho.
6. Análise da influência das mudanças no processo e dos resultados parciais no intuito de haver continuidade na proposição de melhoria.
7. Proposição de ajustes visando melhoria do método e dos modelos sugeridos.
8. Conclusão e sugestão de melhorias no modelo atual pela elaboração de plano de ação para divulgação.

Com um autor em campo, torna-se possível sondagem da comunidade e problemas sociais intrínsecos na empresa e no ambiente de trabalho para coleta de dados. Afinal, espera-se definir as problemáticas e ponderá-las ao centralizar as informações obtidas afim de diagnosticá-las e definir a conduta de ação que será, futura e devidamente, acompanhada.

No caso, a análise do processo para gestão contará com o pensamento A3 (BRASIL, 2016). Dessa maneira, visa-se o aprendizado para a tomada de decisões com estruturação do conhecimento de forma solucionável de acordo com um objetivo, como delineado na etapa 2 da pesquisa-ação de Thiollent (2011). Então, procura-se a causa da raiz, ou seja, a origem original dos problemas para análise detalhada, também, associando à etapa 3. Assim, podem-se propor melhorias para mapeamento de processo futuro como soluções.

O acompanhamento das decisões será feito paralelamente à análise da pesquisa realizada e reconhecimento da realidade da situação estudada e porque encontra-se neste estado. Desse modo, por meio de análise comparativa e embasada na pesquisa bibliográfica, será possível propor melhorias para o fluxo primeiramente apresentado alinhadas com a filosofia *lean*. De acordo com os objetivos inicialmente estabelecidos, devem-se identificar os responsáveis pelas decisões e pela continuidade delas de modo controlado.

Enfim, a proposição de um plano de ação espera criar hipóteses e soluções práticas e adaptadas às circunstâncias, além de suscitar a produção de conhecimento pelas explicações futuramente dadas. Isso se concretiza pelo esclarecimento de como a realidade é e como se comporta. Por fim, espera-se avaliar a influência do LC em um verdadeiro caso de construção pesada com a colaboração entre os pesquisadores e o alvo de pesquisa. Em suma, haverá confronto com a teoria para avaliação dos resultados obtidos na implementação do plano de ação.

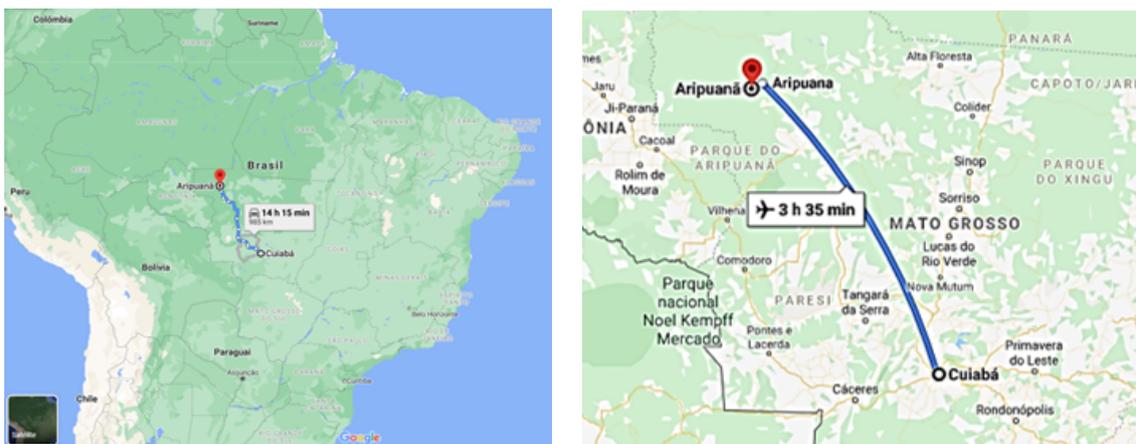
4 O *Lean* aplicado na mobilização de mão de obra

4.1 Empresa estudada

A empresa estudada se trata de uma construtora multinacional, focada na construção pesada, atuando em projetos industriais, obras de infraestrutura, mobilidade urbana, energia, óleo e gás. A construtora, detentora de obras espalhadas por todo o Brasil e América Latina, busca identificar oportunidades e melhorias desde a criação do projeto até a sua execução. Também, busca colocar em prática a filosofia *Lean*, que visa elevar ao máximo o valor agregado para o cliente ao evitar desperdícios.

Dentre as obras da empresa, foi escolhido uma obra de uma barragem, localizada no interior do Mato Grosso, na cidade de Aripuanã, aproximadamente, 950km da capital mato-grossense, Cuiabá. O traslado mais comum para a cidade pode ser feito pela saída de Cuiabá, de ônibus, viajando cerca de 750km de estrada pavimentada e outros 200 km de estrada de terra, o que torna o deslocamento e mobilização de pessoas e produtos difícil. Outra opção, é o deslocamento de avião para a cidade, no entanto, não há voos comerciais em massa ou com grande quantidade de vagas.

Figura 6 – Distância de Cuiabá a Aripuanã.



Fonte: Google Maps (2021).

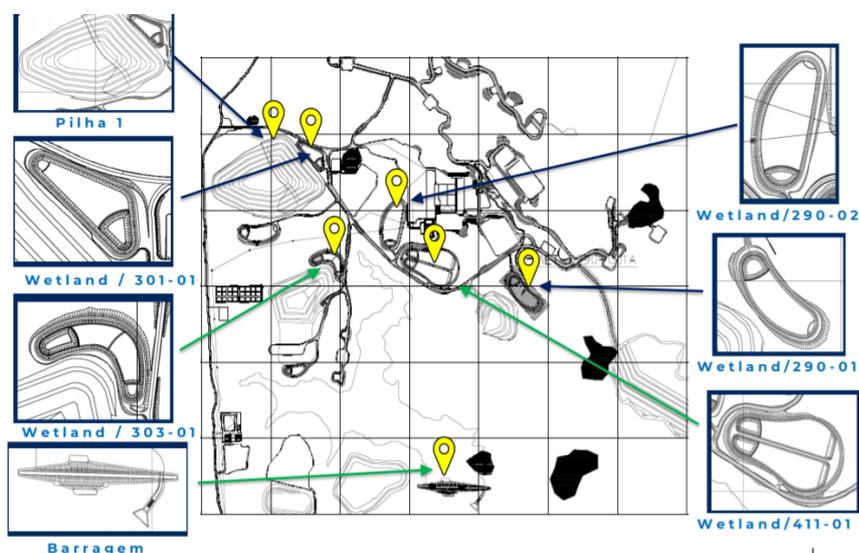
O projeto da obra de Aripuanã, cujo nome fictício é "Projeto W", teve início em 2020 e compõe-se por uma barragem de água e por unidades de tratamento de água, as *Wetlands*. Estas, tem por objetivo o tratamento de água de rejeitos de mineração advindos da mina pertencente ao cliente do projeto.

As *Wetlands* realizam o tratamento de efluentes por meio de processos físicos,

como filtração e sedimentação, químicos, como oxidação e precipitação, e biológicos, como degradação e absorção pelos microrganismos e decaimento de patógenos. Este processo é feito pela construção de várias camadas filtrantes, com uso de plantas aquáticas, madeira picada e britas (BLOG, 2020).

No caso de barragens de mineração, durante a filtragem há a remoção de metais pesados, redução de matéria orgânica e polimento de efluente para melhoria da qualidade, dentre outros. No fim do processo, a água das *Wetlands* do projeto retorna para o meio ambiente com qualidade e pH adequado.

Figura 7 – Projeto W: indicação de barragens, *Wetlands* e pilha 1.



Fonte: Projeto W (2021).

Figura 8 – Barragem.



Fonte: Projeto W (2021).

Figura 9 – Wetland 411 e começo de escavação da 290-02.



Fonte: Projeto W (2021).

Figura 10 – Canteiro de obras.



Fonte: Projeto W (2021).

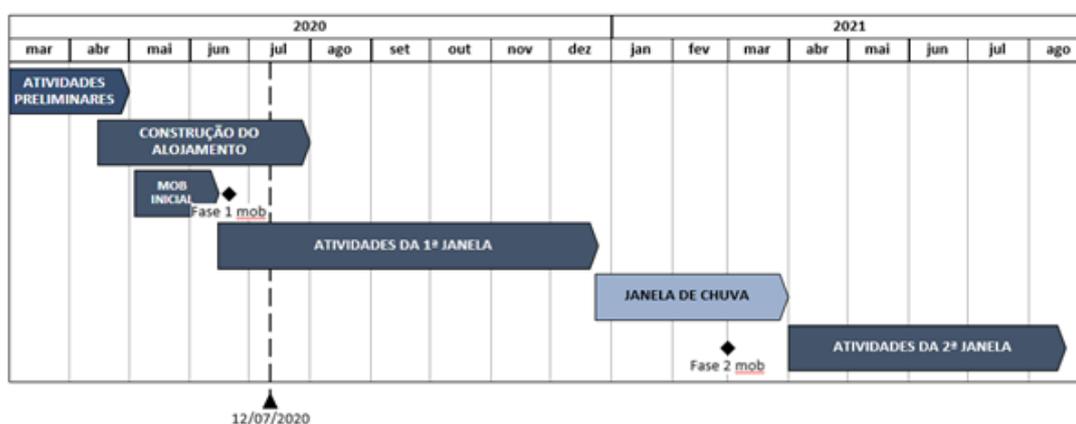
Para realizar uma obra de tamanha dimensão, requiere-se bom planejamento. O cronograma e planejamento das atividades da obra se faz com base nos marcos contratuais acordados com o cliente. Com base no planejamento de atividades, torna-se possível mensurar a quantidade de recurso necessário a empregar em cada etapa da obra.

No caso da mão de obra, constroem-se histogramas da mão de obra direta, ou

seja, que atua no projeto transformando recursos em produto final, como operadores de equipamentos, pedreiros, carpinteiros, e indireta, que trabalha no projeto agregando valor ao produto final indiretamente, como engenheiros e motoristas, dentre outros.

No projeto W, estipulou-se, inicialmente, atividades na obra entre junho e dezembro de 2020, seguidas de pausa nas atividades devido a um período de chuvas que prejudicariam a produtividade da obra. Em 2021, as atividades retornariam a partir do mês de abril.

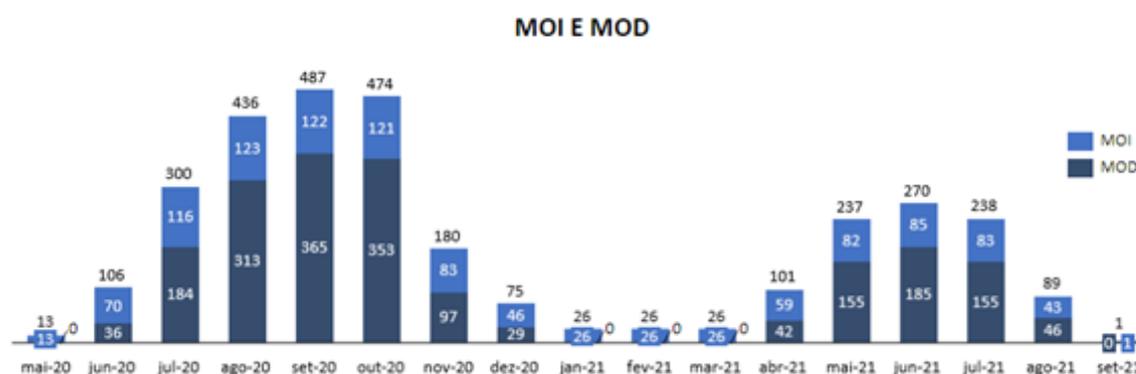
Figura 11 – Cronograma Macro do projeto, desenhado em julho de 2020.



Fonte: Projeto W (2020).

Na figura 12, visualiza-se o histograma inicial do projeto W. Percebe-se que, a partir do mês de junho de 2020, constata-se a existência de demanda crescente da quantidade de colaboradores necessários ao projeto, com um pico de 487 pessoas na obra. Após esse pico, há demissão da mão de obra, constituinte ao período de chuvas, quando permanece na obra apenas a mão de obra indireta. A partir de abril de 2021, haveria nova demanda de mão de obra, com novo pico em junho.

Figura 12 – Histograma inicial, proposto em julho de 2020.



Fonte: Projeto W (2020).

Para atender a tal planejamento, exige-se a realização de um processo cauteloso de

contratação de colaboradores, também denominado de mobilização de mão de obra. Esta mobilização compreende desde a identificação de demanda de funcionários, treinamento das normas de segurança do trabalho, até a posterior liberação *in situ*. Assim, envolve-se diversos setores da obra, como RH, Saúde, Treinamentos e Suprimentos, tornando-se necessária, assim, a gestão do processo.

O foco deste trabalho foi atuar na remobilização de mão de obra, ocorrida em 2021, após o período de chuvas. Para garantir a gestão do processo e a entrega de valor para o cliente final, implementou-se um projeto de redução do *Lead time* do processo de mobilização de mão de obra baseado no pensamento A3 (BRASIL, 2016). Desta forma, mostrou-se necessário entender esse processo de mobilização de acordo com o próprio contexto e o estado atual. Em outras palavras, entender como era realizado e qual era sua duração, traçar o objetivo para o projeto, analisar as causas dos gargalos ou desperdícios que poderiam existir no processo. Assim como, definir contramedidas para cada causa, plano de ataque e como o acompanhamento desse processo seria realizado.

Os dados da empresa em estudo utilizados para analisar, validar e propor mudanças na operação, foram obtidos no escritório da empresa em Aripuanã. Isso foi realizado no período de março a abril de 2021 com o auxílio dos donos do processo dos setores de RH, Saúde e Treinamentos. Vale ainda ressaltar todo o levantamento de dados executado por meio de análise de planilhas e tabelas utilizadas por cada equipe para controlar seus respectivos processos, além da observação direta, entrevistas, *Workshops* realizados e reuniões de acompanhamento.

4.2 Contexto

Seguindo a metodologia da pesquisa-ação, iniciou-se o projeto com a identificação do problema a ser enfrentado pela empresa. Para entender o contexto, o diretor de contratos, responsável pela obra, o gerente de produção, responsável por gerir todos os processos produtivos e o gerente administrativo financeiro, responsável por gerir a equipe de RH, dentre outros, foram consultados para alinhar expectativas em relação a mobilização de mão de obra e apontar os desafios presentes no processo. Isto foi feito através de uma reunião de acompanhamento do plano de mobilização, que já havia sido implementado quando se deu início a este projeto.

O processo de mobilização de mão de obra, como mencionado, se trata de um processo complexo que precisa ser bem gerido. Nele, há diversos riscos envolvidos caso não haja sucesso na mobilização.

Dentre os riscos existentes, o principal é não atender a necessidade de contratação. Isso causaria um desfalque de mão de obra no projeto que acarretaria em atrasos de cronograma. Este problema impactaria no custo da obra, no prazo e no conseqüente não

atendimento dos marcos contratuais acordados com o cliente. Portanto, mostra-se evidente a relevância do projeto de gestão da mobilização de mão de obra.

Por um lado, dentre os principais desafios do processo de mobilização de mão de obra em Aripuanã, encontra-se a dificuldade logística de mobilizar funcionários até a cidade. Isso ocorre devido à distância da cidade da capital atrelada aos grandes problemas de infraestrutura da região e pouca oferta de meios de transporte. Por outro lado, isso reflete no custo de vida relativamente alto da região, que dificulta a atração de colaboradores para a cidade.

Por fim, outro grande problema identificado, é o fato da mobilização ter ocorrido durante o segundo pico da pandemia de COVID-19 no Brasil, em março de 2021. Isso tornou desafiador movimentar os trabalhadores para Aripuanã, já que a cidade não oferece vagas suficientes para alojar as pessoas que precisam ser isoladas imediatamente após a chegada na cidade. Ainda, os alojamentos da empresa precisaram ter a capacidade reduzida à metade a fim de respeitar o distanciamento social e evitar o surgimento de novos casos positivos.

Para conseguir acompanhar o andamento do projeto, os principais indicadores que apontariam o sucesso, ou não, da mobilização seriam:

1. *lead time* de mobilização de mão de obra.
2. Aderência ao histograma.

4.3 Estado atual

Seguindo para a segunda etapa da metodologia, referente ao reconhecimento e de levantamento de fatos do problema, partiu-se para uma análise e coleta de dados junto aos agentes envolvidos processo.

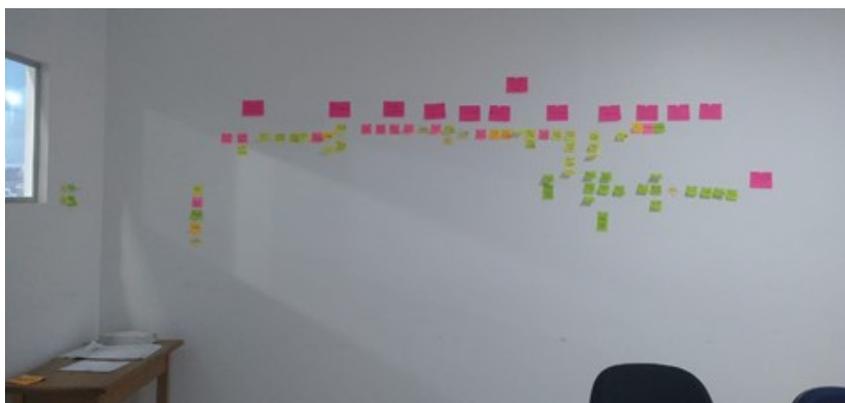
Desta forma, para analisar o estado atual, foram consultados os principais responsáveis pelas atividades das áreas de RH, Saúde e Treinamentos. Através do relato dado pelos responsáveis, o processo foi desenhado com o auxílio da ferramenta SIPOC. Esta é uma ferramenta que apresenta resumidamente as entradas e saídas de um processo. A sigla SIPOC significa *suppliers* (fornecedores), *Inputs* (entradas), *process* (processo), *Outputs* (saídas) e *clients* (clientes). Por intermédio dela, tornou-se possível entender, de forma simplificada, as etapas do processo de mobilização de mão de obra, assim como as principais pessoas envolvidas nele e o necessário para a execução de cada etapa.

Tabela 3 – SIPOC do processo de mobilização de mão de obra.

| S | I | P | O | C |
|------------------------------------|--|--|---|---------------------|
| <i>Suppliers</i> | <i>inputs</i> | <i>Process</i> | <i>outputs</i> | <i>Customers</i> |
| Fornecedores | Insumos | Processo | Produtos | Clientes |
| Área solicitante Ex.: Produção | Documento de requisição da admissão | PREENCHER A REQUISIÇÃO DE ADMISSÃO | Requisição de admissão preenchida | RH |
| RH | Requisição de admissão Especificações da vaga Nome do candidato Telefone de contato | RECRUTAR CANDIDATO | Cadastro no sistema Informações pessoais Data de saída da origem Lugar de origem | Administração RH |
| Administração RH | Nome do candidato Informações pessoais Sistema de compra de passagem Data da saída da origem Lugar de origem | COMPRAR PASSAGEM | Passagem comprada | RH Saúde |
| RH Saúde | Data de agendamento do exame médico Informações pessoais Função que o candidato irá ocupar | AGENDAR EXAME MÉDICO | Guia médica de acordo com a função exercida para a data especificada | RH |
| RH Saúde | Documentos Atestado de saúde ocupacional | ASSINAR CONTRATO | Contrato assinado | Treinamentos |
| Treinamentos RH | Previsão do início dos treinamentos Função exercida Informações pessoais do colaborador | AGENDAR TREINAMENTOS | Treinamentos agendados | Treinamentos |
| Treinamentos | Treinamentos agendados Presença do colaborador Infraestrutura para treinamentos Instrutor de treinamentos | TREINAR COLABORADOR | Colaborador treinador Certificado dos treinamentos | Treinamentos |
| Treinamentos RH | Certificados dos treinamentos Documentos do colaborador | COMPILAR BOOK DO COLABORADOR E PEDIR LIBERAÇÃO NO SITE | <i>Book</i> compilado e enviado para cliente do projeto | Cliente do projeto |
| Cliente do projeto Treinamentos | Aprovação do book do colaborador Crachá físico assinado pelo cliente | ENTREGAR CRACHÁ PARA COLOBARADOR | Colaborador disponível para iniciar trabalhos no site | Área solicitante |

Após o desenho do processo com auxílio da ferramenta SIPOC, agendou-se uma reunião com todos os envolvidos do processo a fim de desenhar um *Swinlane* do processo. Para isto, foi agendada uma reunião com os donos dos processos e as partes envolvidas. Anteriormente à reunião, preparam-se *Post-its*® para desenhar o processo de mobilização de mão de obra com todas as atividades que o compõem. Durante a reunião, partiu-se do ponto inicial do processo, ou seja, a identificação de demanda de mão de obra e o preenchimento da requisição de admissão.

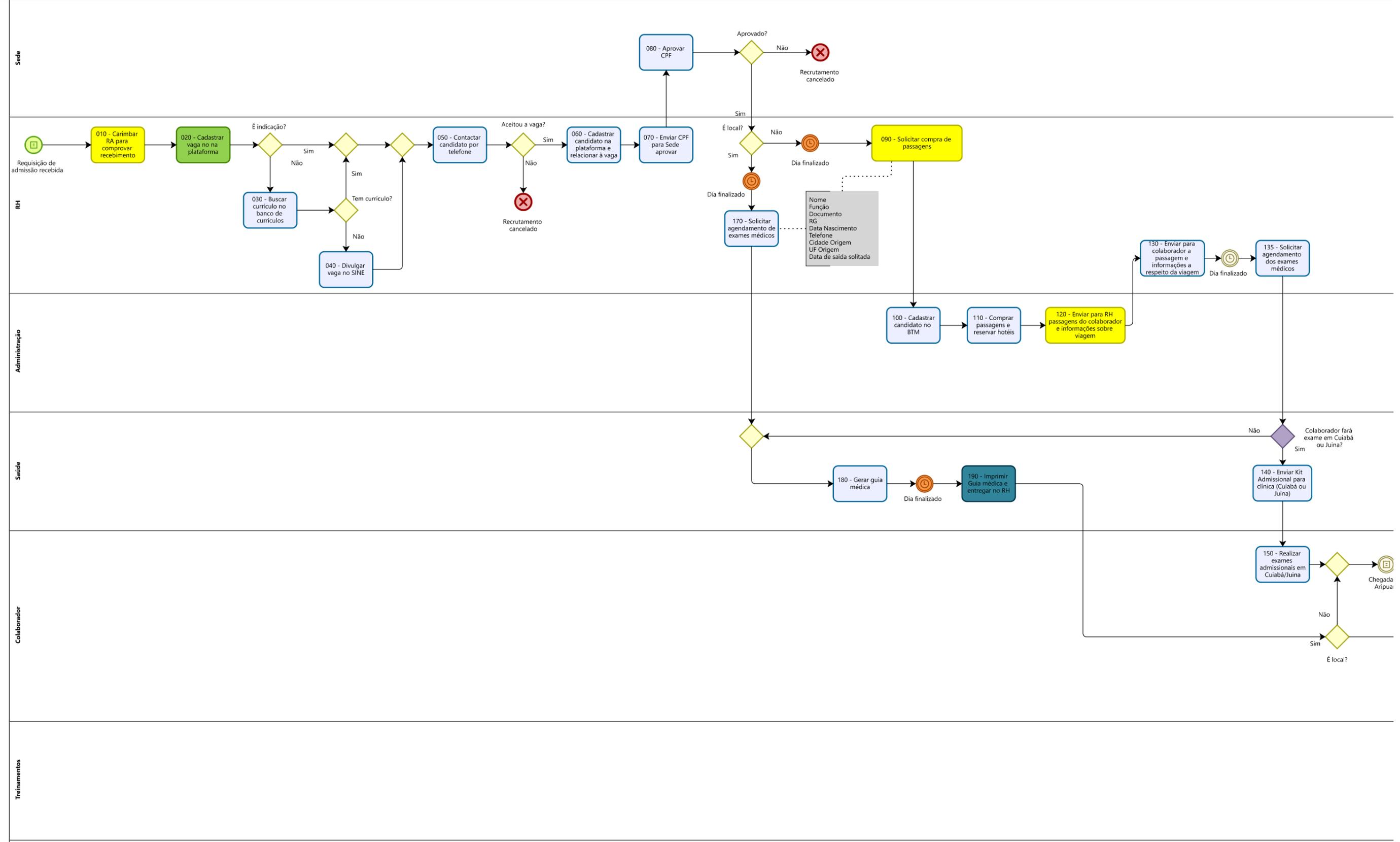
A cada etapa, a área responsável explicava, detalhadamente, as atividades necessárias para executar antes da próxima etapa. Conforme isso foi feito, os *Post-its*® eram preenchidos e colados na parede até o resultado final do processo, no caso, a disponibilização do colaborador para iniciar seu trabalho em campo. Ao fim do desenho, o processo partiu para validação de todas as pessoas presentes.

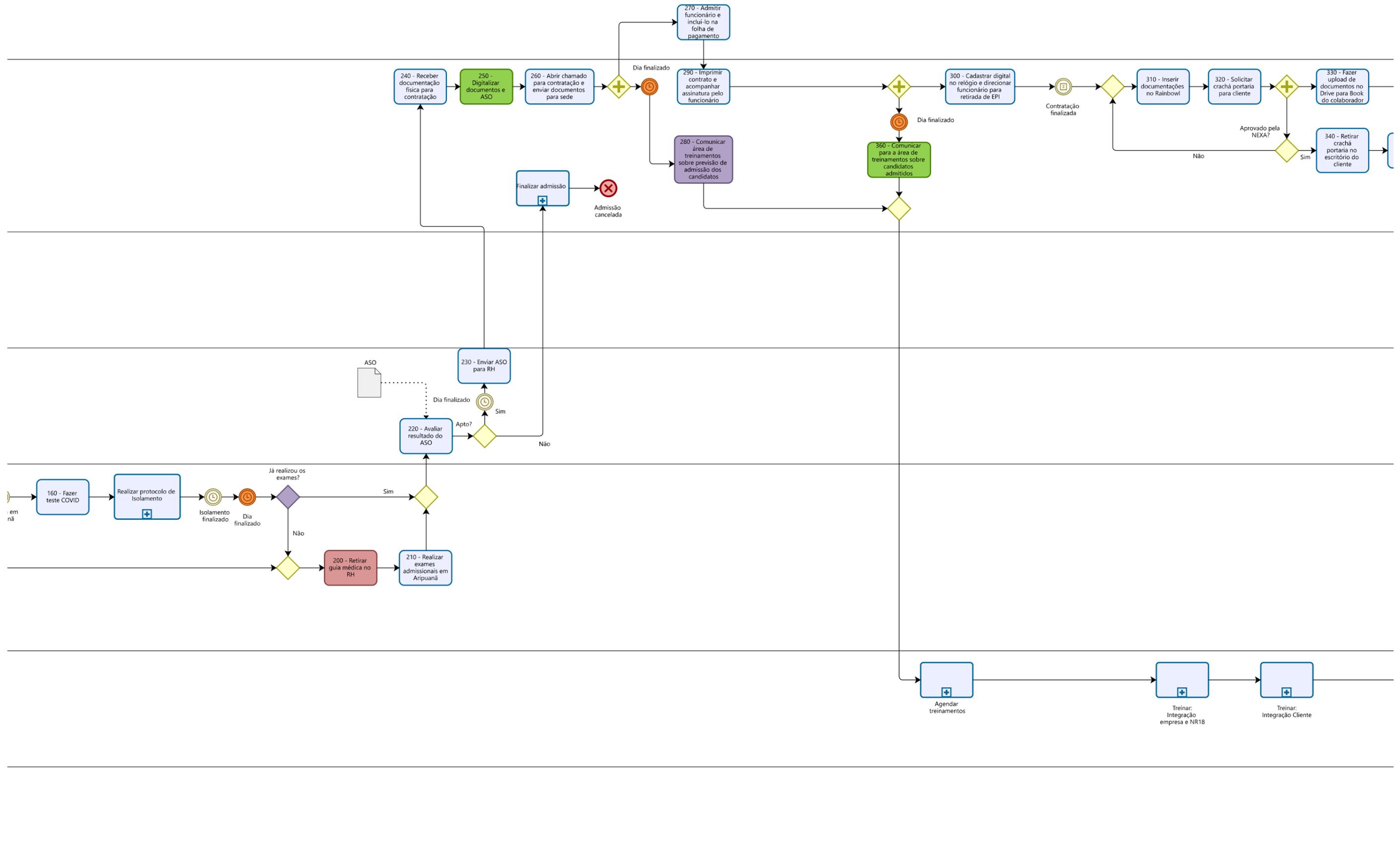
Figura 13 – Elaboração preliminar do fluxograma por *Post-its*®.

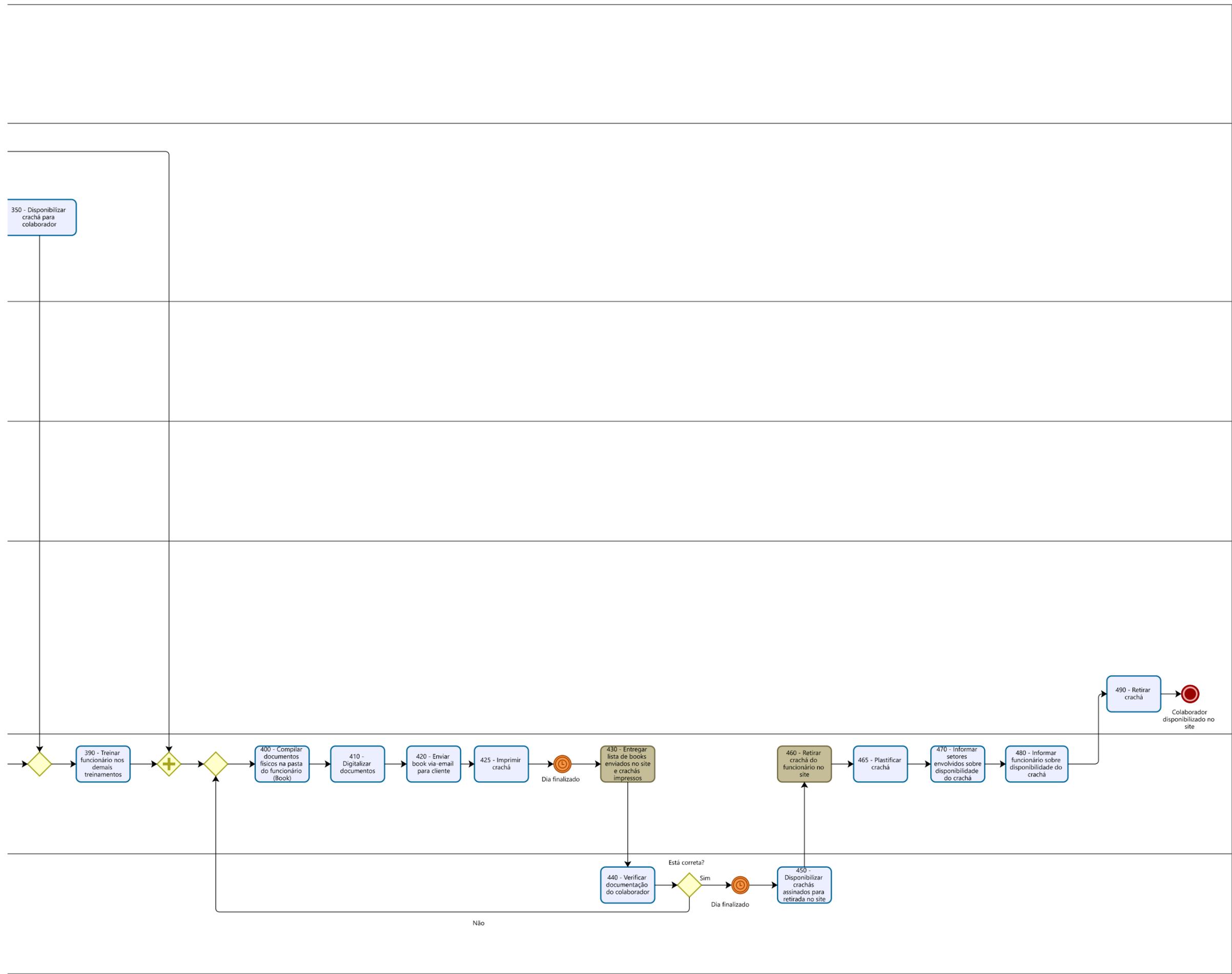
Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Para documentar todas as informações obtidas na reunião, foram feitas pesquisas, como preconiza a segunda etapa da pesquisa-ação e após a reunião, o fluxo foi redesenhado, de acordo com a metodologia BPMN e auxílio da ferramenta de desenho *Bizagi*®, resultando no *swinlane* em sequência. Isto é, um diagrama do fluxo do processo "*AS-IS*" como mostrado na sequência de arquivos abaixo.

Processo de mobilização de mão de obra







Após o desenho do *swinlane*, validou-o com as áreas responsáveis pelo processo e pelo gestor da área.

Além disso, definiram-se, com as respectivas áreas, os tempos médios de cada etapa e a mão de obra foi dividida em três grupos diferentes: mão de obra local, composta por trabalhadores que moram em Aripuanã, mão de obra externa, composta por aqueles que moram fora da cidade e mão de obra externa e remobilizada, composta por pessoas que não moram em Aripuanã e já trabalharam na primeira fase do projeto, como consta no quadro 4 abaixo.

Tabela 4 – Segmentação da mão de obra em grupos.

| Grupo | Descrição | Característica |
|--------------|------------------------------------|---|
| 1 | Mão de obra local | Não precisa passar pelo deslocamento da origem até Aripuanã. |
| 2 | Mão de obra externa | Precisa passar pelo deslocamento da origem até Aripuanã |
| 3 | Mão de obra externa e remobilizada | Precisa passar pelo deslocamento da origem até Aripuanã, no entanto, não precisa realizar os treinamentos, por já ter trabalhado no projeto anteriormente |

No mais, de acordo com os donos do processo, cada etapa do processo levaria a quantidade de dias informadas nas tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5 – Duração da mobilização do Grupo 1 por atividade.

| Atividade | Duração (dias) |
|---|-----------------------|
| Recrutamento | 3 |
| Emissão da Guia de exame e agendamento do exame | 1 |
| Exame admissional em Aripuanã | 1 |
| Recebimento do ASO | 4 |
| Abrir Chamado | 1 |
| Retorno Chamado | 2 |
| Assinatura do Contrato | 1 |
| Treinamentos Padrão | 2 |
| Treinamento por função | 0 a 14 |
| Envio do <i>book</i> | 2 |
| Emissão crachá | 2 |
| Total | 20 a 34 |

Tabela 6 – Duração da mobilização do Grupo 2 por atividade.

| Atividade | Duração (dias) |
|---|-----------------------|
| Recrutamento | 3 |
| Marcação da Passagem | 1 |
| Emissão da Guia de exame e agendamento do exame | 1 |
| Saída da Origem | 2 |
| Chegada em Cuiabá | 1 |
| Exame admissional em Cuiabá | 1 |
| Chegada em Aripuanã | 1 |
| Teste COVID | 1 |
| Isolamento | 4 |
| Teste COVID e Fim do Isolamento | 1 |
| Recolher documentos e abrir Chamado | 1 |
| Retorno Chamado | 2 |
| Assinatura do Contrato | 1 |
| Treinamentos Padrão | 2 |
| Treinamento por função | 0 a 14 |
| Envio do <i>book</i> | 2 |
| Emissão crachá | 2 |
| Total | 27 a 41 dias |

Tabela 7 – Duração da mobilização do Grupo 3 por atividade.

| Atividade | Duração (dias) |
|---|-----------------------|
| Recrutamento | 3 |
| Marcação da Passagem | 1 |
| Emissão da Guia de exame e agendamento do exame | 1 |
| Saída da Origem | 2 |
| Chegada em Cuiabá | 1 |
| Exame admissional em Cuiabá | 1 |
| Chegada em Aripuanã | 1 |
| Teste COVID | 1 |
| Isolamento | 4 |
| Teste COVID e Fim do Isolamento | 1 |
| Recolher documentos e abrir Chamado | 1 |
| Retorno Chamado | 2 |
| Assinatura do Contrato | 1 |
| Treinamentos Padrão | 0 |
| Treinamento por função | 0 |
| Envio do <i>book</i> | 2 |
| Emissão crachá | 2 |
| Total | 25 |

Desta forma, a Tabela 8 apresenta, resumidamente, o *lead time* de mobilização da mão de obra local de acordo com o grupo no qual foi segmentado. Observa-se que o grupo 3 poderia ser mobilizado o mais rapidamente e o grupo 2 seria o mais lento para ser mobilizado de acordo com os *lead times* informados pelos donos do processo.

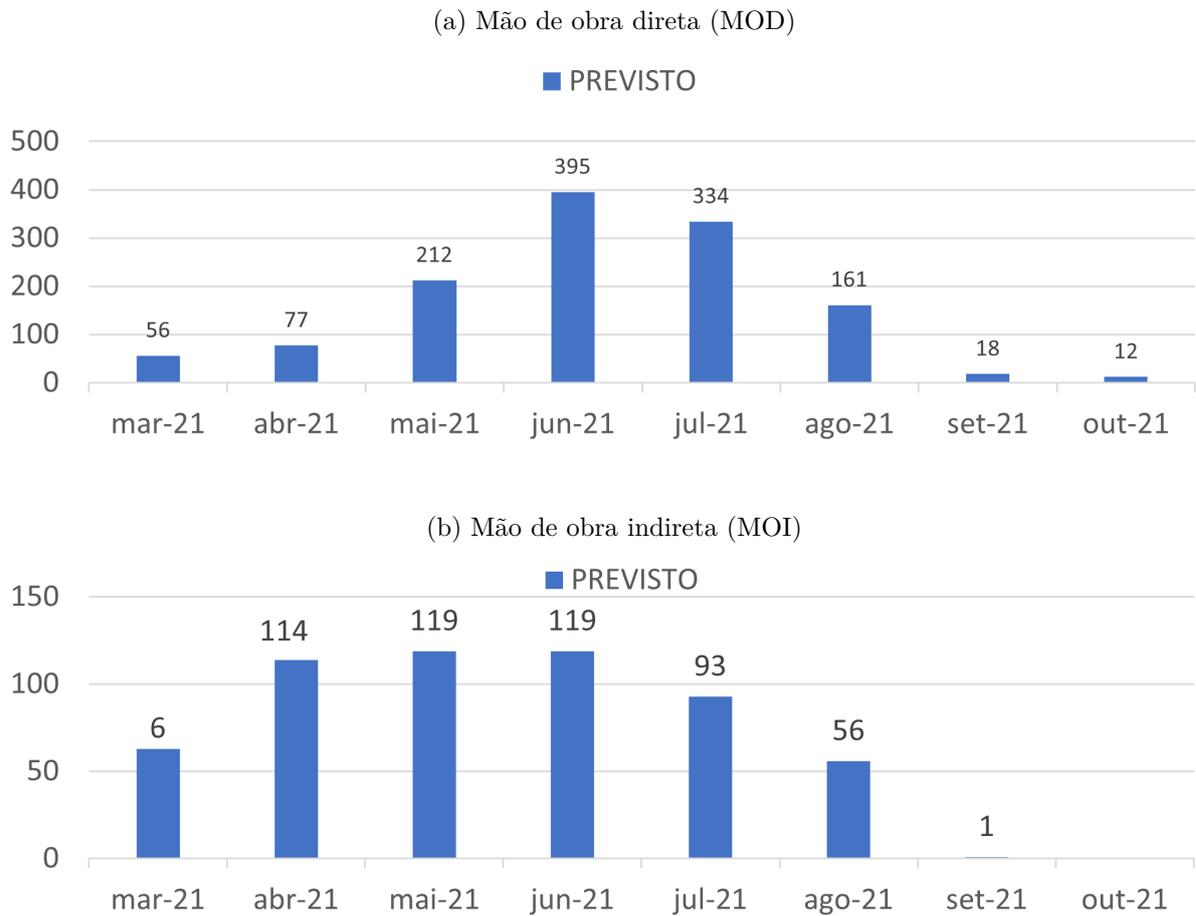
Tabela 8 – *Lead time* da mobilização de acordo com a segmentação da mão de obra em grupos.

| Grupo | Descrição | Característica | <i>lead time</i> Mobilização |
|--------------|------------------------------------|--|---|
| 1 | Mão de obra local | Não se desloca da origem até Aripuanã | 20 a 34 dias úteis |
| 2 | Mão de obra externa | Se desloca da origem até Aripuanã | 27 a 41 dias úteis |
| 3 | Mão de obra externa e remobilizada | Se desloca da origem até Aripuanã, no entanto, não realiza os treinamentos, por já ter trabalhado no projeto anteriormente | 25 dias úteis |

Após o desenho do mapa do processo e da definição dos *lead times*, desenvolveu-se o monitoramento da contratação da mão de obra e como garantiriam a aderência ao histograma planejado.

Primeiramente, consultou-se o histograma mais atualizado da obra que, devido a mudanças no escopo do projeto, passou por alterações. No entanto, o pico do projeto continuaria sendo em junho de 2021, como consta nos histogramas apresentados na figura 14.

Figura 14 – Cenário 5 do histograma utilizado para mobilização em 2021.



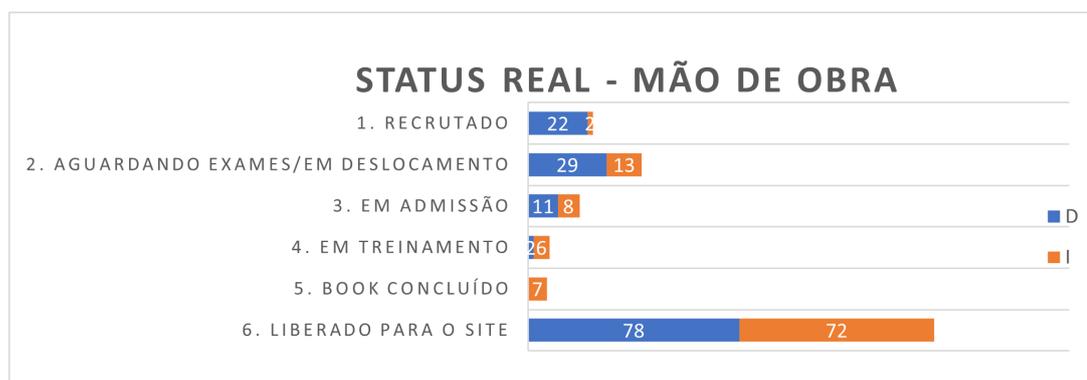
Fonte: Projeto W (2021).

Após a obtenção do histograma, definiram-se quais informações seriam fornecidas pelas equipes do RH, Treinamentos e Saúde e a periodicidade do envio para que os dados pudessem ser compilados e cruzados para, assim, fornecer as informações necessárias para monitorar a concordância ao histograma.

Tabela 9 – Informações fornecidas para acompanhamento da mobilização de mão de obra.

| Equipe | Informações fornecidas para acompanhamento da mobilização | Formato |
|-------------|--|--|
| RH | <ol style="list-style-type: none"> 1. CPF 2. Nome 3. Função 4. Área 5. Data abertura vaga 6. Data cadastro 7. Data solicitação passagem mobilização 8. Data exame médico 9. Data recebimento ASO 10. Data admissão 11. Status contratação | Planilha do Excel extraída da plataforma de mobilização de MO |
| Saúde | <ol style="list-style-type: none"> 1. CPF 2. Nome 3. Função 4. Data do teste COVID 5. Data previsão do fim do isolamento 6. Status isolamento | Planilha do Excel utilizada pela área para controlar os exames de COVID realizados e o período de isolamento |
| Treinamento | <ol style="list-style-type: none"> 1. CPF 2. Nome 3. Função 4. Status 5. Previsão do envio do <i>book</i> 6. Previsão de liberação do crachá 7. Data de liberação do crachá | Planilha do Excel utilizada pela área para controlar os treinamentos realizados e demais processos |

Pelo cruzamento destas informações, foi possível identificar o status de cada colaborador no processo de mobilização. Em particular, as pessoas que estavam recrutadas, em realização de exames/deslocamento, em processo de admissão, em treinamento, treinadas e com o *Book* concluído e liberadas para o site.

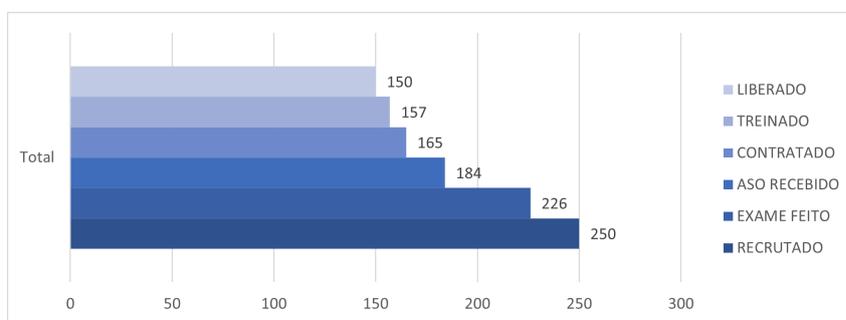
Figura 15 – *Status* real da mão de obra em 19/04.

Fonte: Projeto W (2021).

Além disso, criou-se um funil da mão de obra no processo de mobilização que apontava quantas pessoas já haviam sido recrutadas até quantas haviam sido liberadas para trabalhar. A figura 16 aponta que, em 19/04, 250 pessoas já haviam sido recrutadas no processo e 150 estavam liberadas. Neste gráfico, também é possível visualizar onde estavam as maiores lacunas do processo.

No dia 19/04, por exemplo, mostra-se que havia uma diferença de 24 pessoas já recrutadas, mas que ainda precisariam fazer exames e 42 pessoas já haviam feito o exame, mas ainda não estavam com o ASO pronto. Este gráfico aponta o volume de pessoas que entrarão nas próximas fases do processo e onde há sobrecarga, mas, não necessariamente identifica atrasos.

Figura 16 – Mão de obra no funil do processo de mobilização.

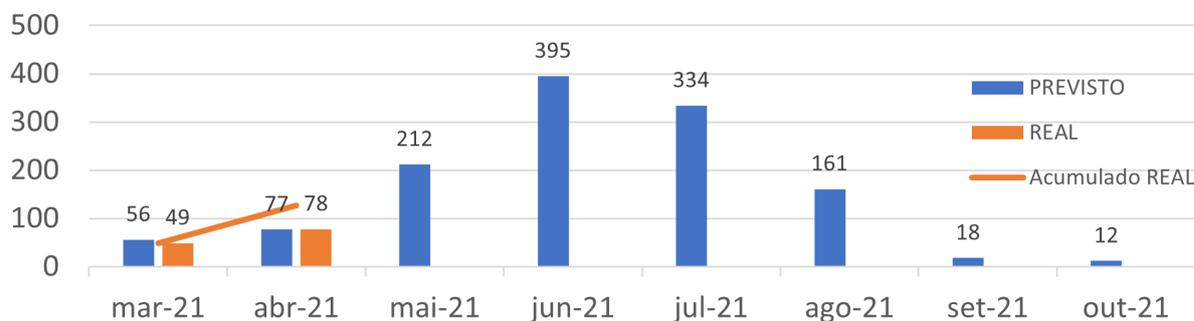


Fonte: Projeto W (2021).

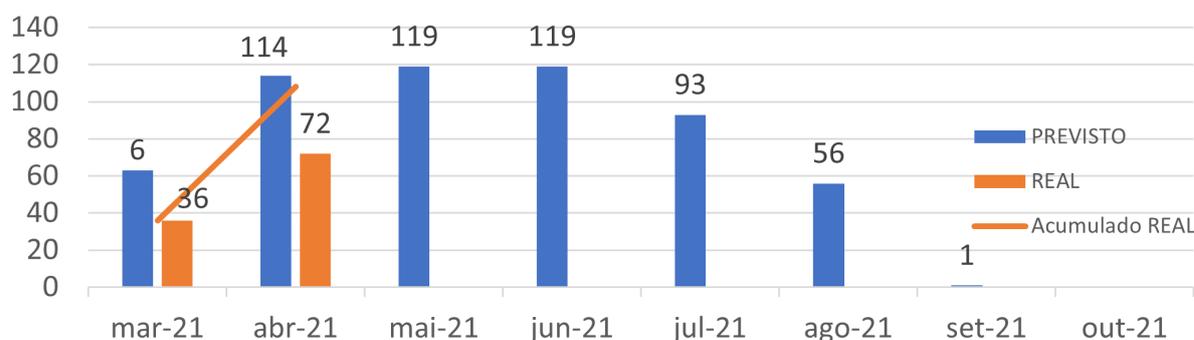
Adicionalmente, cruzou-se a situação real da mobilização da mão de obra com o histograma previsto. Desse modo, pode-se confrontar as informações e compreender a quantidade de pessoas restantes para mobilizar toda a mão de obra (gráficos da figura 17).

Figura 17 – Histograma real x Histograma previsto

(a) Mão de obra direta (MOD)



(b) Mão de obra indireta (MOI)



Fonte: Projeto W (2021).

No entanto, esta visualização do histograma ainda não apontaria se a mão de obra contratada é realmente a necessária. Por isso, construiu-se uma planilha para indicar, por função, o número de pessoas por etapa do processo. Por sua vez, apontava, também, quantas pessoas ainda precisariam ser recrutadas e onde estavam as maiores lacunas do processo de mobilização de acordo com a função, sendo possível orientar a priorização de certas áreas de acordo com a necessidade.

Do mesmo modo, definiu-se o indicador de aderência ao histograma de acordo com as funções que foram definidas no planejamento da obra, podendo variar de 0 a 100%. Na planilha de acompanhamento da mão de obra, listaram-se as funções e a quantidade (coluna histograma) que precisariam ser contratadas. Essa aderência é calculada de acordo com as equações mostradas abaixo:

$$\text{Aderência ao histograma}_{\text{recrutado}} = \frac{\text{Soma recrutados} - \text{Mão de obra recrutada excedente}}{\text{Soma histograma}}$$

$$\text{Aderência ao histograma}_{\text{liberados}} = \frac{\text{Soma liberados} - \text{Mão de obra liberada excedente}}{\text{Soma histograma}}$$

Figura 18 – Ilustração da planilha de monitoramento da mobilização de mão de obra direta por função do mês de maio.

| MÊS ANÁLISADO: | | 34,9% Liberados | | 52,8% Recrutados | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|-----|---------|-------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|-----------------|------------|--------------|---------------|
| maio-21 | | ANÁLISE GERAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIÇÃO | HISTOGRAMA | Recrutamento | | Exame Médico | | ASO | | Contratação | | Treinamento e Book | | Crachá Liberado | | NECESSIDADE? | |
| | | Recrutado | GAP Recrutamento | Exame Médico Fato | GAP Exame Médico | ASO | GAP ASO | Contrato assinado | GAP Contratação | Treinamento/Book assinado | GAP Treinamento/Book | Crachá Liberado | GAP Crachá | | GAP Liberação |
| AJUDANTE | 87 | 7 | 80 | 8 | 1 | 2 | 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 86 | Sim |
| ELETRICISTA DE CORRENTE ALTERNADA | 1 | 2 | -1 | 2 | 0 | 2 | -1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | -1 | Não |
| ELETRICISTA DE FORÇA E CONTROLE | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | Sim |
| ENLARANÇADOR INDUSTRIAL | 5 | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | Sim |
| ENLARANÇADOR | 11 | 11 | 0 | 9 | 2 | 8 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 8 | Não |
| OPERÁRIA | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Não |
| INSTRUMENTISTA | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Sim |
| MECÂNICO INDUSTRIAL | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Sim |
| MOTOCRISTA DE CAMINHÃO MUNCIR | 2 | 3 | -1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | Não |
| MOTOCRISTA DE CARRO PESADO | 33 | 44 | -11 | 43 | 1 | 33 | 0 | 32 | 1 | 31 | 1 | 31 | 0 | 2 | Não |
| OFICIAL | 34 | 42 | -8 | 39 | 12 | 21 | 13 | 15 | 8 | 15 | 0 | 15 | 0 | 19 | Não |
| OPERADOR DE EQUIPAMENTO PESADO | 11 | 16 | -5 | 13 | 3 | 12 | -1 | 12 | -1 | 12 | 0 | 12 | 0 | -1 | Não |
| OPERADOR DE MOTOCARRA | 0 | 2 | -2 | 2 | 0 | 2 | -2 | 2 | -2 | 2 | 0 | 2 | 0 | -2 | Não |
| OPERADOR DE RETROSCAVADEIRA | 8 | 1 | 7 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 | Sim |
| ROGUEI | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Sim |
| SOLDADOR | 1 | 3 | -2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | Não |
| TERMOGRAFISTA | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | Não |
| OPERADOR DE EQUIPAMENTO LEVE | 11 | 7 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 8 | Sim |

Fonte: Projeto W (2021).

Ainda, analisou-se a aderência ao histograma dos meses de abril e de maio. Em relação a abril, apesar do previsto no histograma ter sido atingido, a aderência do recrutamento foi de 92,1%, o que aponta a não contratação de todas as funções necessárias para o mês.

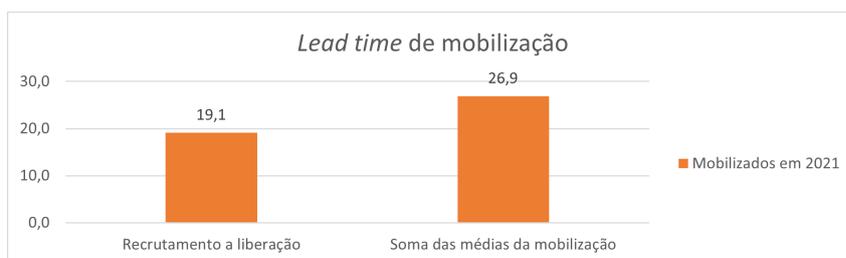
Também, obteve-se a aderência em relação a maio. Considerando que é necessário, no mínimo, 20 dias para contratar e liberar a mão de obra, torna-se imprescindível verificar a necessidade do mês seguinte. Por um lado, a aderência do recrutamento de maio era de 52,8%, apontando que ainda precisariam recrutar 47,2% da mão de obra para este mês. Por outro lado, a aderência dos liberados ao histograma era de 34,9%, apontando que 17,9% da mão de obra necessária já recrutada ainda estava no processo de mobilização.

Tabela 10 – Aderência ao histograma de mão de obra direta e indireta em comparação aos meses de abril e maio.

| Data: 19/04 | Abril | | Maio | |
|-------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | Aderência recrutamento | Aderência liberados | Aderência recrutamento | Aderência liberados |
| MOD | 92,1% | 70,2% | 52,8% | 34,9% |
| MOI | 79,7% | 63,1% | 81,6% | 60,5% |

Após obter números concretos da situação real da mão de obra e compreender qual era a situação do processo de mobilização de mão de obra, calcularam-se os *lead times* de algumas etapas do processo. A base de dados do dia 19/04 possuía 252 pessoas. Filtraram-se apenas as pessoas mobilizadas em 2021, resultando em 165 pessoas e calculou-se a duração entre o recrutamento e a liberação da mão de obra para o campo, como mostrado abaixo:

Figura 19 – Gráficos de barras do *lead time* de mobilização.



Fonte: Projeto W (2021).

Desta forma, até a data atual, levavam-se 19,1 dias entre o recrutamento de um colaborador até a liberação dele. No entanto, ao somar o *lead time* das etapas necessárias ao processo de mobilização, estima-se que leva, aproximadamente, 27 dias entre o recrutamento e liberação de um funcionário na obra.

4.4 Objetivo

De fato, os objetivos deste trabalho foram:

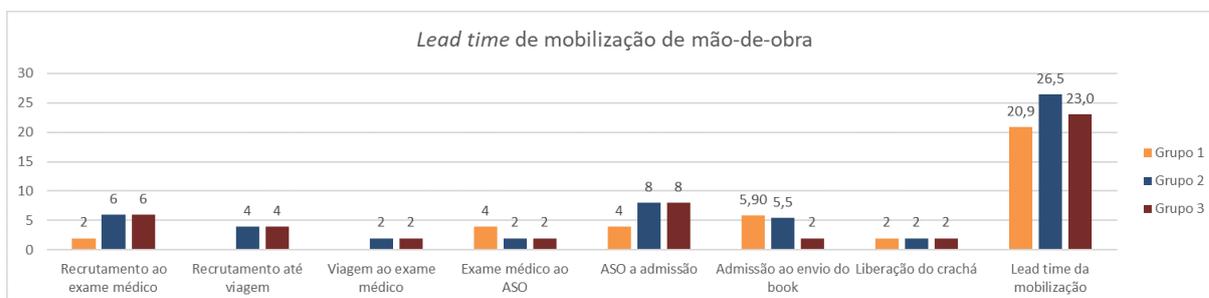
1. Mapear o processo de mobilização de mão-de-obra
2. Consolidar o monitoramento da mão de obra do projeto W, para permitir gerir e mensurar a adesão ao histograma ao início do mês de maio e de junho.
3. Identificar os desperdícios do *lean* no processo atual
4. Propor melhorias no processo de mobilização de mão-de-obras, desenhando um novo mapa do processo.
5. Diminuir o *lead time* de mobilização da mão de obra, por intermédio da proposição de melhorias ao fluxo de mão de obra baseadas na filosofia *Lean*.

4.5 Análise e causas

Ainda na segunda etapa da metodologia de pesquisa-ação, buscou-se entender onde se encontravam os maiores gargalos do processo, mediram-se os *lead times* das etapas que

possuíam dados consolidados e sem inconsistências. Desta forma, tornou-se possível medir os *lead times* dos três grupos que entraram no processo de mobilização de mão de obra em 2021. Na figura, 20, encontram-se os *lead times* informados pelos donos dos processos no início do projeto.

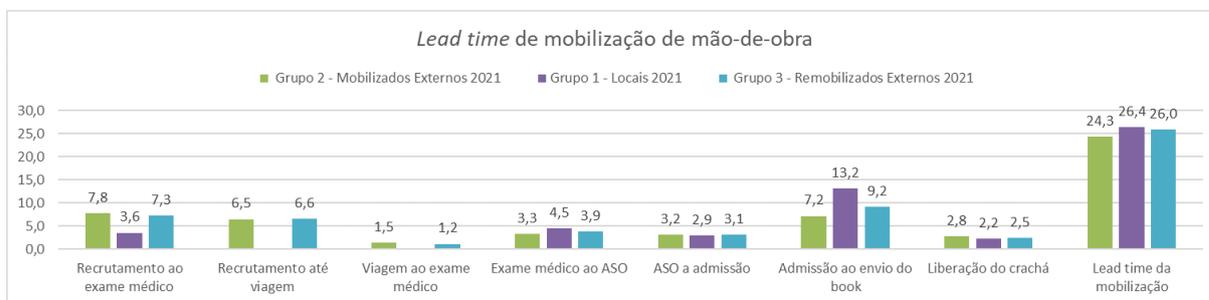
Figura 20 – *lead time* das etapas de mobilização por grupo, informado no início do projeto.



Fonte: Projeto W (2021).

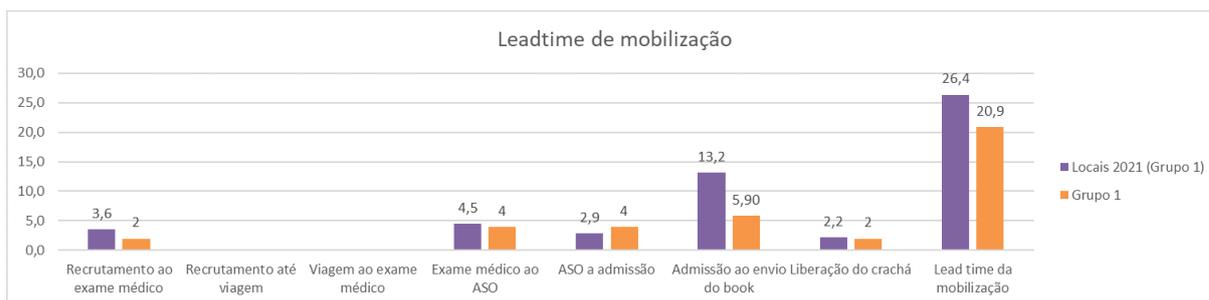
Na sequência, plotaram-se também os *lead times* reais das etapas do processo de mobilização de mão de obra, como visualizado na figura abaixo:

Figura 21 – *lead time* real das etapas de mobilização por grupo.



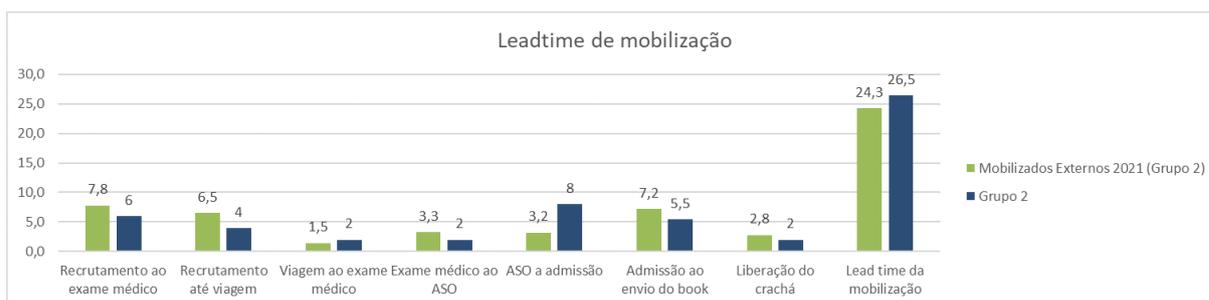
Fonte: Projeto W (2021).

Em seguida, compararam-se os *lead times* de mobilização ideal e o que ocorre atualmente.

Figura 22 – *lead time* real vs. previsto das etapas de mobilização do grupo 1.

Fonte: Projeto W (2021).

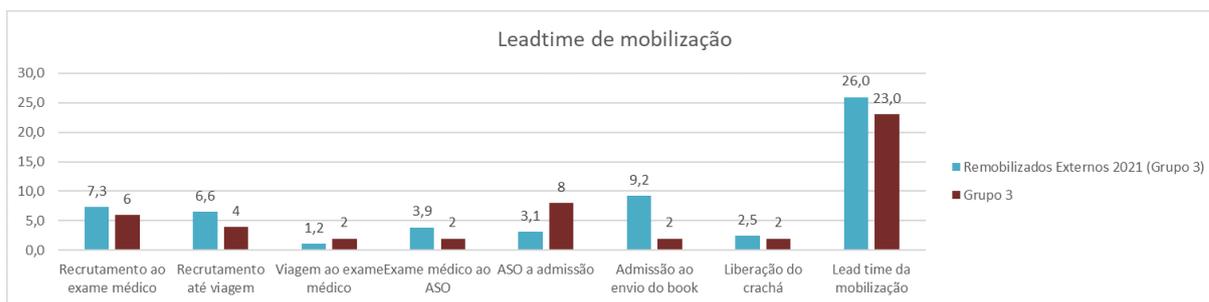
No grupo 1, observou-se que a mão de obra local tem levado, em média, 5,5 dias a mais que o ideal para ser mobilizado. Nota-se que a maior diferença se encontra no processo entre a admissão do funcionário e o envio do *book*.

Figura 23 – *lead time* real vs. previsto das etapas de mobilização do grupo 2.

Fonte: Projeto W (2021).

Já a remobilização da mão de obra tem sido mais rápida que o esperado. Ela ocorre 2,2 dias úteis mais rápido que o ideal. Isso acontece, principalmente, porque a assinatura do contrato leva em média 4,8 dias a menos para ser efetuada do que o esperado. No entanto, devido ao isolamento do protocolo COVID, um funcionário ficaria, pelo menos, 5 dias isolado. Isso indica que o protocolo de isolamento foi implantado na cidade apenas após o início do andamento do processo de mobilização, e, conseqüentemente, a admissão duraria aproximadamente 3 dias, já que a liberação do ASO ocorreria durante o isolamento do funcionário.

Figura 24 – *lead time* real vs. previsão das etapas de mobilização do grupo 3.



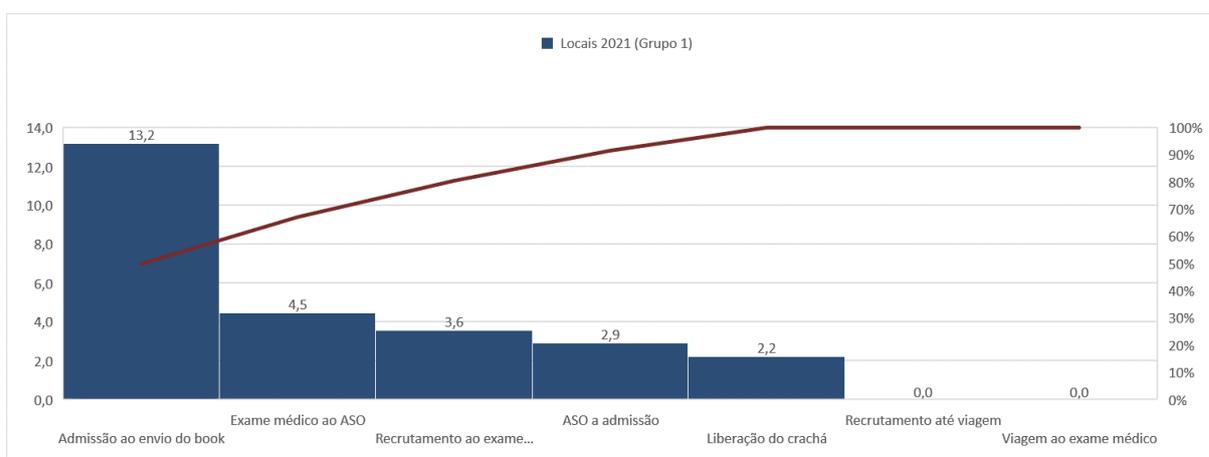
Fonte: Projeto W (2021).

Para a mão de obra remobilizada, o processo de mobilização tem levado 3 dias a mais que o ideal. Os colaboradores tem levado 7,2 dias a mais na etapa de admissão ao envio do *book*. Neste caso, também há a questão de que a admissão tem sido mais rápida. No entanto, deve-se considerar o início da mobilização antes de protocolo COVID.

Após essa análise, concluiu-se que todos os grupos têm levado mais tempo para serem mobilizados que o ideal. Logo, partiu-se para a construção do diagrama de Pareto. Este é uma das sete ferramentas básicas da qualidade e melhoria de processo. Ele se baseia no princípio das poucas causas significativas que, geralmente, representam 80% do todo, enquanto as triviais representam cerca de 20%. Logo, torna-se útil evidenciar onde devem ser aplicados maiores esforços para solucionar os problemas de processo.

Desta forma, foram analisados os diagramas de Pareto dos três grupos, como segue nas imagens abaixo:

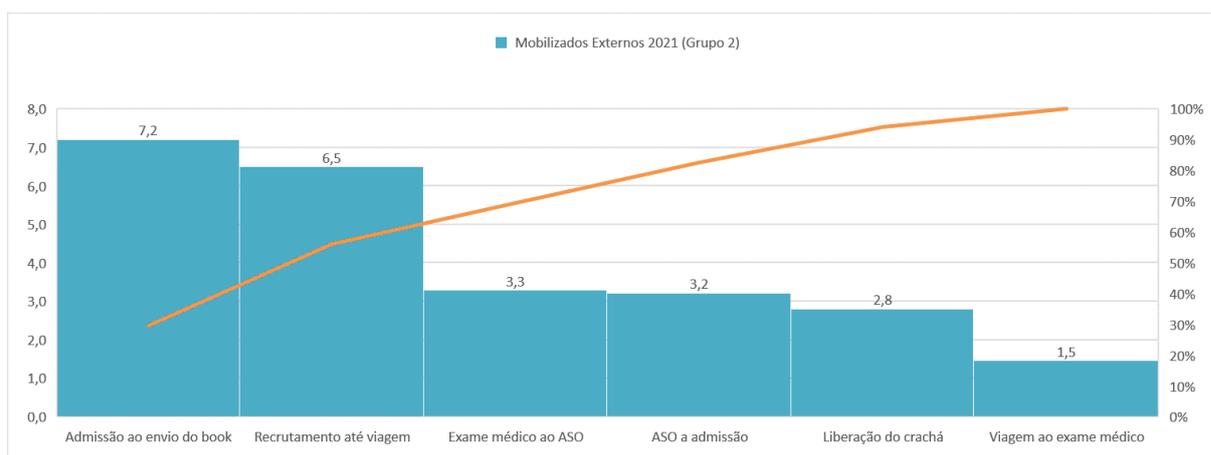
Figura 25 – Diagrama de Pareto do *lead time* real das etapas de mobilização do grupo 1.



Fonte: Projeto W (2021).

No grupo 1, dos Locais 2021, evidenciou-se os maiores gargalos do processo. No caso, as etapas em que se mostram válido atuar são:

1. Admissão ao envio do *book*.
2. Exame médico ao ASO.
3. Recrutamento ao exame médico.

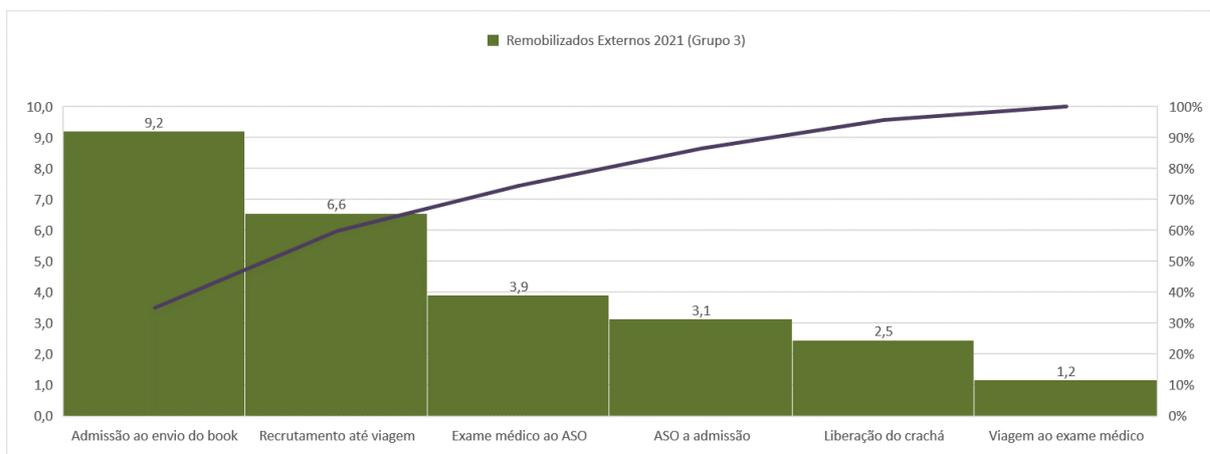
Figura 26 – Diagrama de Pareto do *lead time* real das etapas de mobilização do grupo 2.

Fonte: Projeto W (2021).

No grupo 2, dos Mobilizados 2021, os maiores gargalos do processo são:

1. Admissão ao envio do *book*.
2. Recrutamento até a viagem.
3. Exame médico ao ASO.

No grupo 3, dos Remobilizados 2021, os maiores gargalos do processo em que se mostram válido atuar são:

Figura 27 – Diagrama de Pareto do *lead time* real das etapas de mobilização do grupo 3.

Fonte: Projeto W (2021).

1. Admissão ao envio do *book*.
2. Recrutamento até a viagem.
3. Exame médico ao ASO.

Após apresentar os gargalos do processo para a equipe, decidiu-se não atuar no gargalo da etapa de recrutamento até a viagem. A data de disponibilidade para viajar é informada pelo candidato à vaga, que necessita de alguns dias para organizar a própria documentação previamente à viagem. Desta forma, mapearam-se 3 principais gargalos no processo como constam na tabela abaixo:

Tabela 11 – *lead time* dos principais gargalos do processo.

| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|
| Admissão ao envio do <i>book</i> | 13,2 | 7,2 | 9,2 |
| Exame médico ao ASO | 4,5 | 3,3 | 3,9 |
| Recrutamento ao exame médico | 3,6 | | |

A próxima etapa seria buscar as causas dos problemas, com auxílio de um *workshop* PCS (Problema, Causa, Solução). Assim, seriam levantados, por um *Brainstorm* com a equipe envolvida, os principais problemas que atravancam o andamento de cada etapa. Depois, discutiriam-se as principais causas deste problema e possíveis soluções para atacar, diretamente, a causa raiz e solucionar os problemas definitivamente. No entanto, esta etapa do projeto de melhoria ainda não foi implementada com a equipe.

4.6 Proposição de melhorias para mapeamento de processo futuro

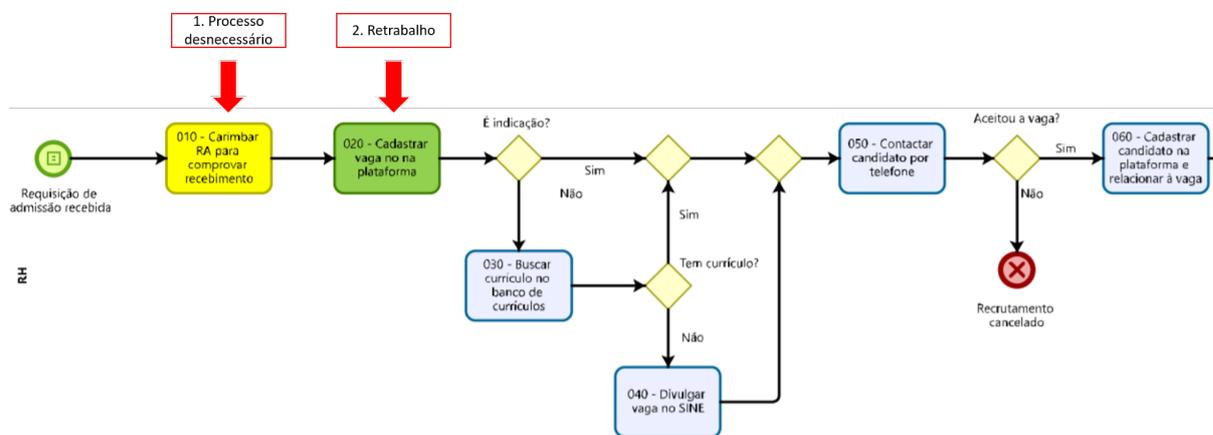
Na terceira etapa da metodologia de pesquisa-ação, parte-se para a proposta de soluções. Esta se baseia nos estudos sobre a filosofia *lean* e dos oito desperdícios identificados por ela, como descrito na seção 2.2.1 da revisão bibliográfica.

Apesar do *workshop* PCS não ter se realizado com a equipe, partiu-se para análise do mapa do processo, presente no apêndice A. Assim, verificaram-se os desperdícios mencionados pela filosofia *Lean* existentes neste processo e que poderiam ser solucionados pela equipe. Também, verificaram-se quais melhorias já estavam em implementação no processo e estariam, em breve, em vigor. Desta forma, segue, abaixo, as melhorias propostas pelos autores e quais já estavam em andamento antes deste estudo, mas que impactarão nos *lead times* das etapas mencionadas neste trabalho. A totalidade dessas melhorias se retratam no fluxograma do apêndice B.

4.6.1 Proposta 1

A primeira melhoria identificada se encontra no processo de recrutamento, no início do processo de mobilização de mão de obra.

Figura 28 – Recrutamento: identificação de desperdícios.



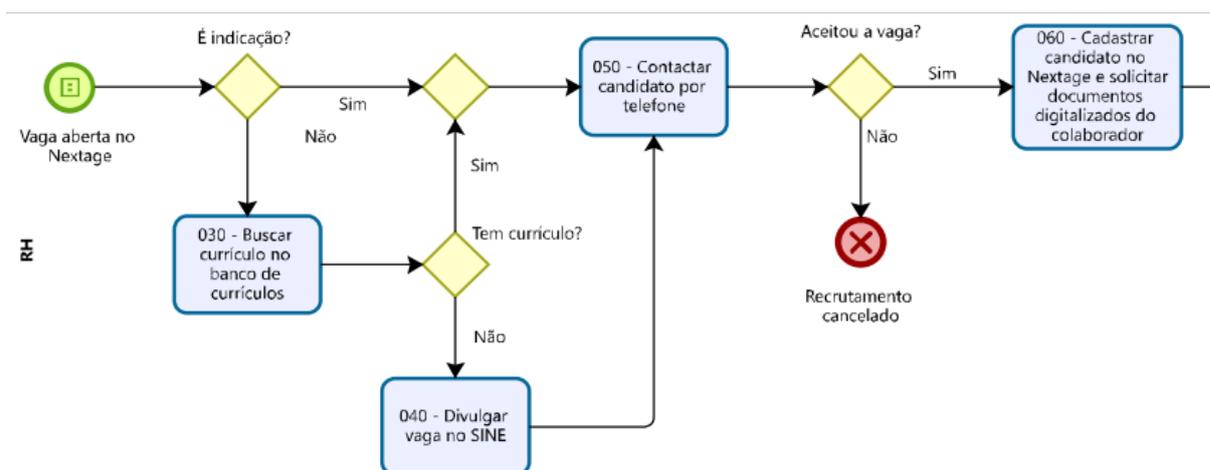
Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

1. A atividade de carimbar a requisição da admissão é um processo desnecessário. Assim, tem por objetivo comprovar o recebimento da requisição e a data em que foi recebida. No entanto, não há controle sobre a data de recebimento.
2. O cadastro na plataforma de mobilização de MO é retrabalho. Anteriormente, o solicitante preenche um documento com a requisição da vaga com as mesmas informações preenchidas na plataforma. Portanto, o processo é feito duas vezes.

As atividades 010 e 020 seriam eliminadas caso o próprio solicitante fizesse a requisição de vaga pela plataforma. O gatilho de início do processo passaria a ser a vaga criada na plataforma, havendo também, a eliminação de espera para iniciar o recrutamento. Logo, o RH não precisaria esperar a entrega de uma via física da requisição de admissão para iniciar o processo. Assim, pode-se iniciá-la imediatamente após a abertura da vaga pelo solicitante.

O processo redesenhado consta na figura abaixo:

Figura 29 – Recrutamento redesenhado, eliminando atividades 010 e 020.



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice B.

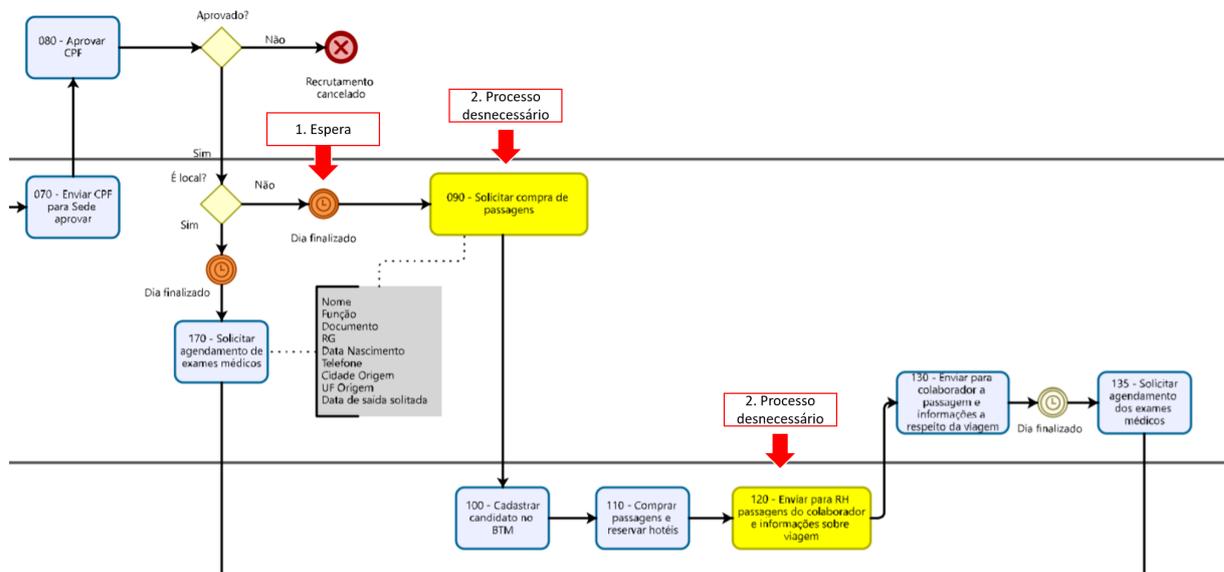
Portanto, os principais benefícios desta contra-medida seriam:

1. Eliminação do retrabalho e do processo desnecessário.
2. Plataforma passará a registrar a data correta de abertura da vaga. Desta forma, poderá ser mensurado o *lead time* da etapa de recrutamento, que atualmente não é controlado.
3. Diminuição de um tempo de espera oculto (entre a requisição da admissão ser entregue e o RH iniciar o recrutamento).

4.6.2 Proposta 2

A segunda melhoria identificada se encontra nas atividades relacionadas à compra de passagens do colaborador:

Figura 30 – Identificação de desperdícios na etapa de compra de passagens.

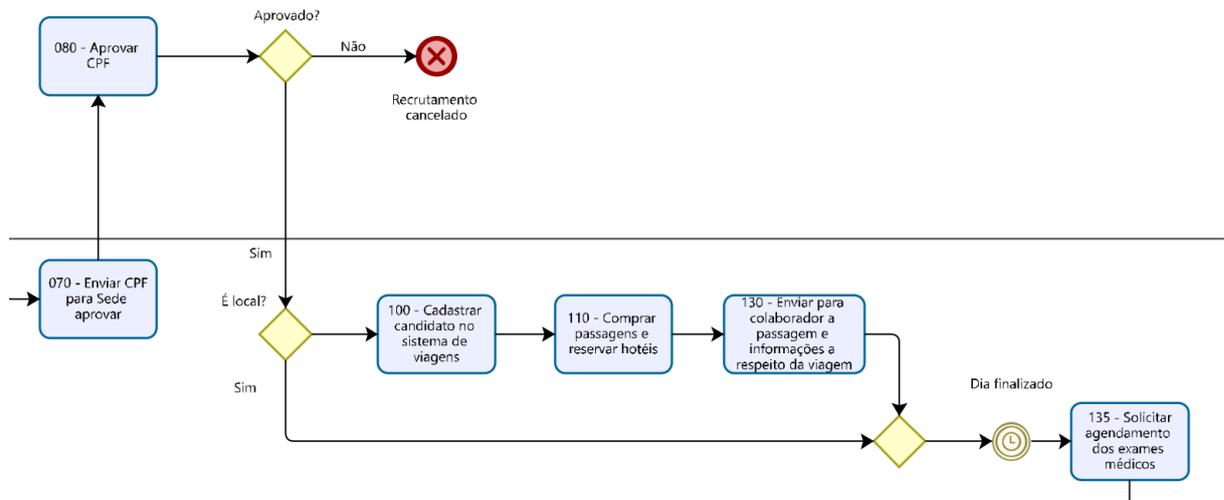


Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

1. Após a aprovação do CPF pela sede, o RH aguarda o fim do dia para informar à administração sobre todas as passagens a serem compradas. Desta forma, a compra seria feita somente um dia depois e o RH obtém o retorno das que foram compradas apenas no fim do dia seguinte.
2. Há duas atividades desnecessárias no processo referentes à troca de informação entre áreas e com o colaborador em admissão: a solicitação de passagens e o envio, pela administração, das informações da viagem para o RH que, posteriormente, informa o colaborador a respeito da viagem.

As atividades 100 e 110 passariam a ser executadas pelo próprio RH, eliminando as atividades 090 e 120. Desta forma, eliminaria-se o tempo de espera para compra de passagem, os possíveis problemas de comunicação entre as equipes e o repasse de informações para o colaborador.

Figura 31 – Compra de passagens redesenhada, com eliminação das atividades 90 e 120



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice B.

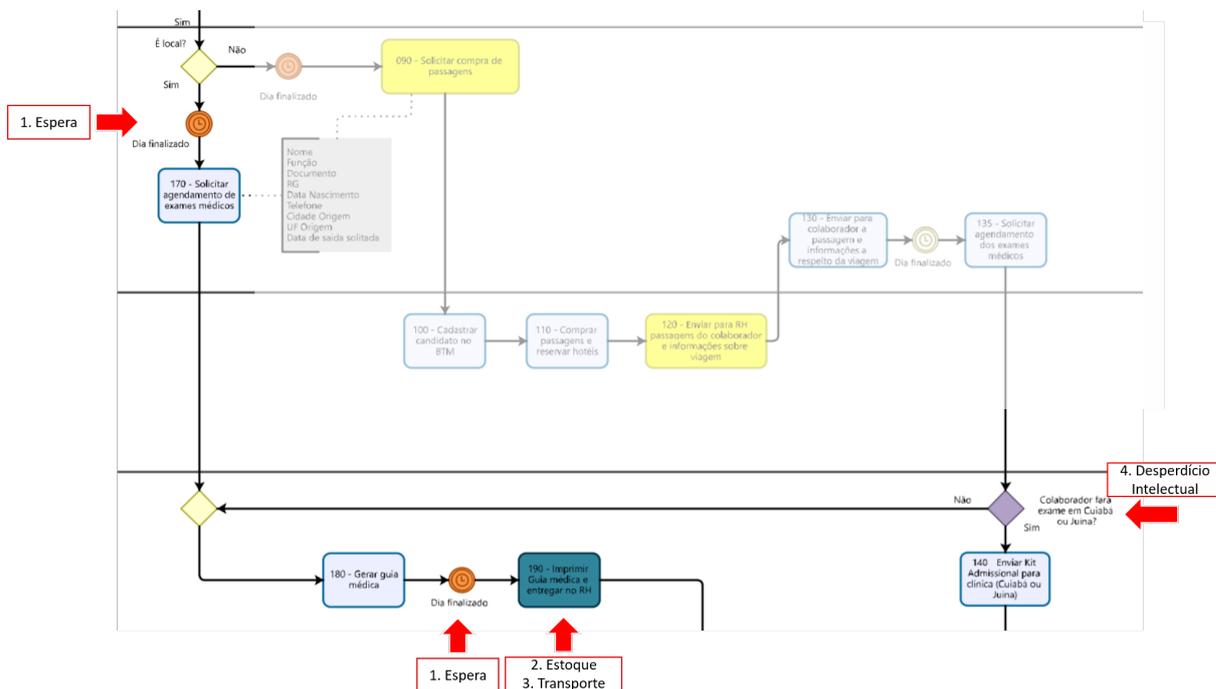
Dentre os principais benefícios da mudança, podem ser citados:

1. Eliminação do tempo de espera para solicitar passagens.
2. Eliminação de processos desnecessários e fluxo de informações entre setores.

4.6.3 Proposta 3

Em seguida, faz-se a solicitação de agendamento dos exames médicos, onde encontram-se outros desperdícios:

Figura 32 – Identificação de desperdícios na solicitação de agendamento do exame médico.

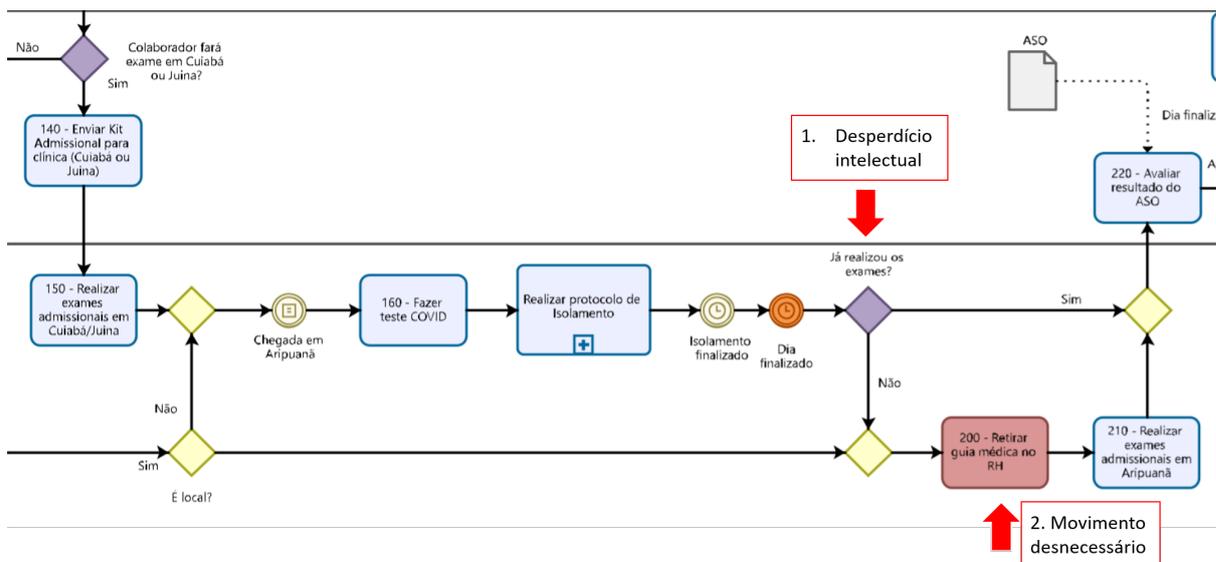


Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

1. O RH fará, no fim do dia, a solicitação de exames admissionais à área de saúde, que só poderá seguir o agendamento dos exames médicos no dia seguinte. A guia médica, no caso dos exames médicos realizados em Aripuanã, será entregue ao RH no fim do dia. Portanto, ela estará disponível para retirada pelo candidato apenas no dia seguinte.
2. Há estocagem de guias médicas no RH. Entregam-se via física da guia armazenada pelo RH até a retirada pelo colaborador.
3. Um colaborador da área da saúde precisa se deslocar até a impressora, imprimir a guia médica e, depois, se deslocar até a sala do RH, para entregar a via física.
4. A análise do trajeto do colaborador foi considerada desperdício intelectual. Uma vez que o RH precisa estar atento se o colaborador passará ou não pelas cidades de Cuiabá ou Juína para solicitar o agendamento dos exames para o local correto. Além disso, a área da saúde precisa gerir o envio das guias médicas, pois há possibilidade dos exames médicos serem feitos em três lugares diferentes.

Depois disso, o processo até a realização dos exames segue e são encontrados outros desperdícios:

Figura 33 – Identificação de desperdícios na etapa anterior à realização de exames médicos.

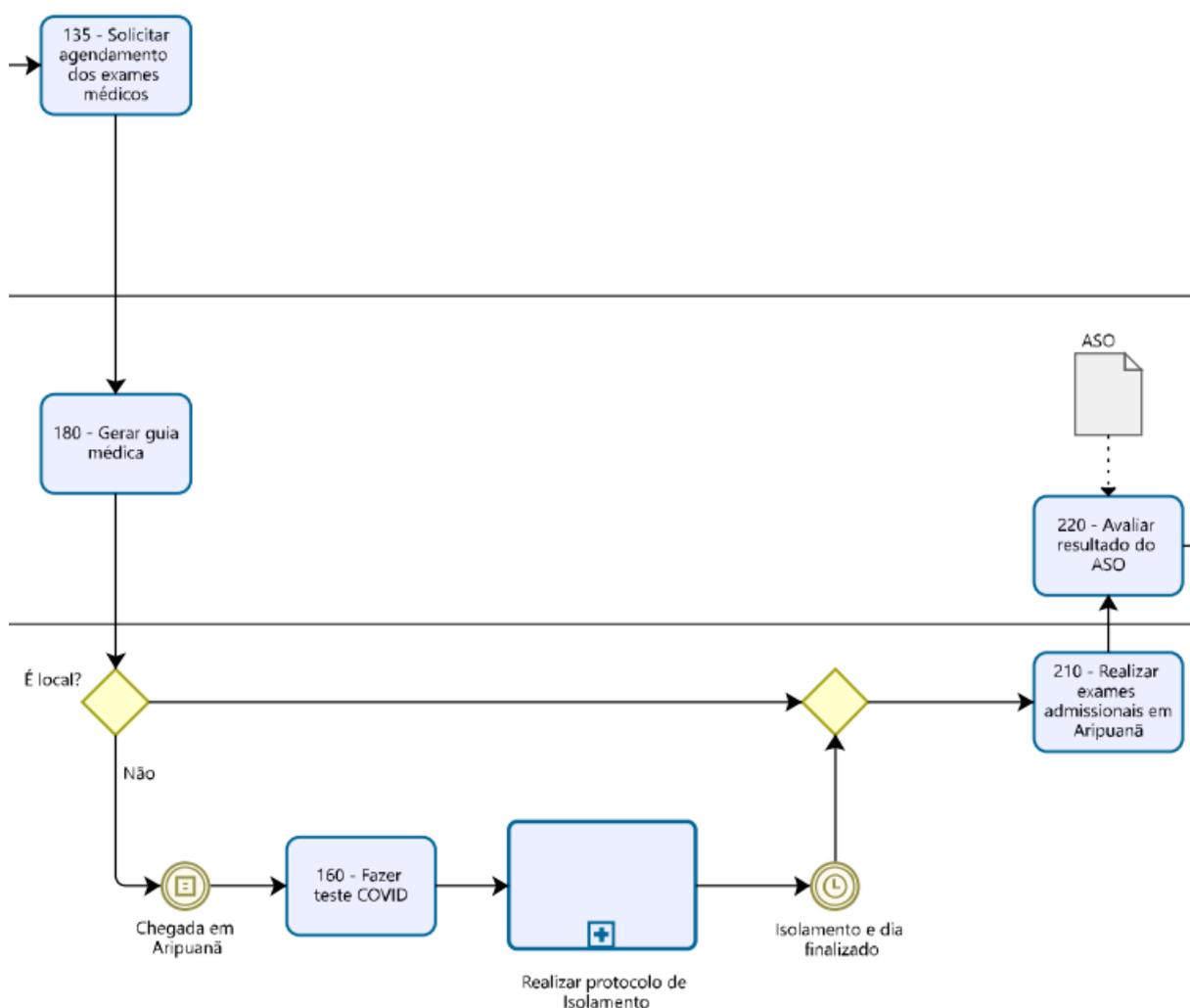


Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

5. O colaborador externo, que não realizou exames admissionais em Juína ou Cuiabá, necessita fazê-los em Aripuanã. Novamente, há tomada de decisão considerada como desperdício intelectual. Há risco das áreas de RH e Saúde não monitorarem o exame admissional do colaborador provocando atrasos no processo.
6. A retirada da guia médica no RH pelo candidato, para aqueles que farão exames em Aripuanã, foi considerada desnecessária. A guia médica poderia ser enviada diretamente para a clínica médica. Além disto, a atividade de retirada pode causar confusão no candidato. Caso não haja orientação adequada, há maior risco de atraso do candidato aos exames.

A realização de exames admissionais apenas em Aripuanã, por meio da implantação de uma clínica médica própria, elimina as atividades 140, 150 e 190. Assim, o processo se simplifica ao reduzir consideravelmente o desperdício intelectual. As guias médicas passam a ser geradas e gerenciadas pela própria clínica sem necessidade de impressão de guias físicas e comunicação com terceiros.

Figura 34 – Atividades de solicitação de exames e realização dos mesmos redesenhado com eliminação das atividades 140, 150 e 190.



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice B.

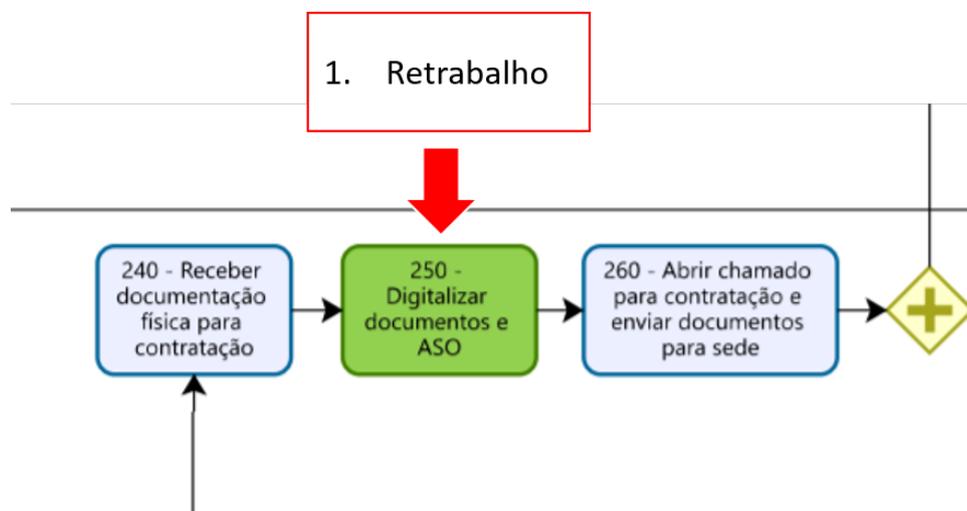
Dentre os principais benefícios da mudança, citam-se:

1. Redução do desperdício intelectual pela diminuição da necessidade de tomadas de decisão dentro do processo.
2. Eliminação da comunicação da área da saúde com empresas terceiras para agendamento e geração do ASO.
3. Eliminação de espera para entrega das guias médicas, impressão, transporte e estoque delas no RH.
4. Maior agilidade para geração dos ASOs, já que a empresa passa a ter uma clínica dedicada a atender apenas seus colaboradores.

4.6.4 Proposta 4

Após o recebimento do ASO, segue-se para análise da admissão do candidato:

Figura 35 – Identificação de desperdícios nas atividades de solicitação da admissão do colaborador.

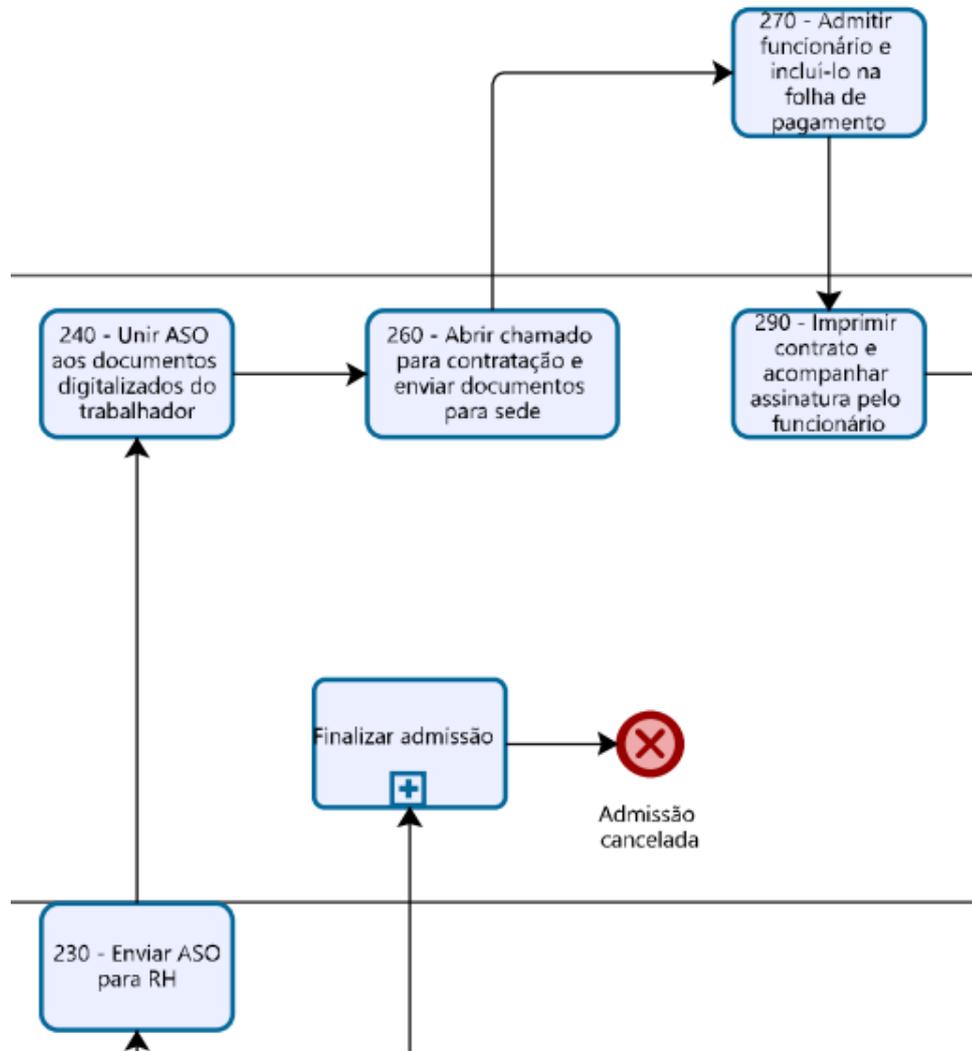


Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

1. Após o recebimento do ASO, o colaborador deve comparecer no escritório e entregar os documentos necessários para abertura do chamado por exigência do RH. Neste momento, há tempo de espera para o recebimento de documentos.
2. Depois, imprime-se o ASO do colaborador e junta-o aos demais documentos para digitalização havendo processamento desnecessário do ASO.
3. Há também retrabalho na digitalização dos documentos colaborador pois, no recrutamento, o RH solicita ao colaborador, o envio das fotos dos documentos.

O desperdício das atividades 240 e 250 seriam eliminados se fosse acordado com o colaborador a digitalização dos próprios documentos após o recrutamento e o envio deles para o RH antes da viagem. Desta forma, o RH poderia verificar possíveis erros na documentação e já teria os documentos do colaborador em mãos. Assim, restaria apenas unir os documentos com o ASO do colaborador digitalmente.

Figura 36 – Eliminação da atividade 250 através da solicitação prévia de documentos digitalizados ao colaborador.



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice B.

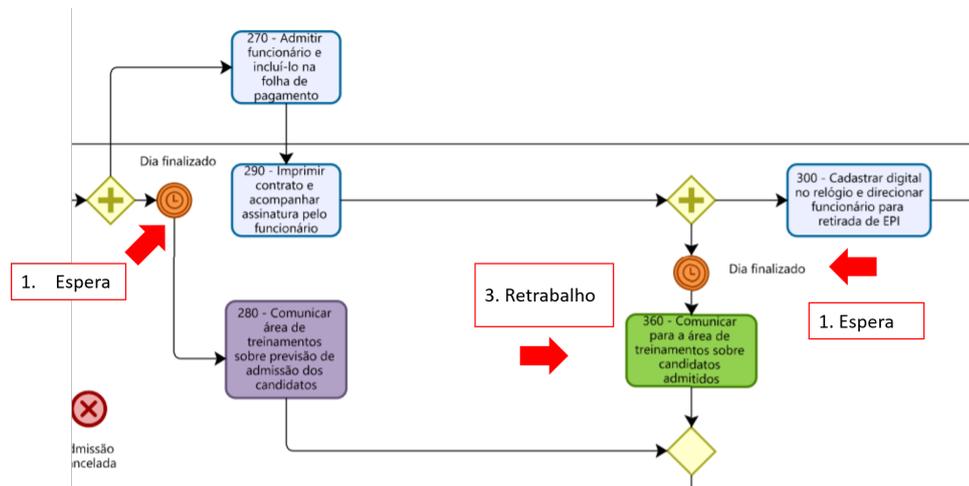
Os principais benefícios dessa mudança são:

1. Eliminação do tempo de espera entre recebimento do ASO e abertura do chamado de admissão.
2. Eliminação do retrabalho de digitalização de documentos, impressão do ASO e a junção deles aos demais.

4.6.5 Proposta 5

Após a abertura do chamado, comunica-se a previsão de admissão dos colaboradores para a área de treinamentos se preparar para o início dos treinamentos.

Figura 37 – Identificação de desperdícios na etapa de agendamento de treinamentos.



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

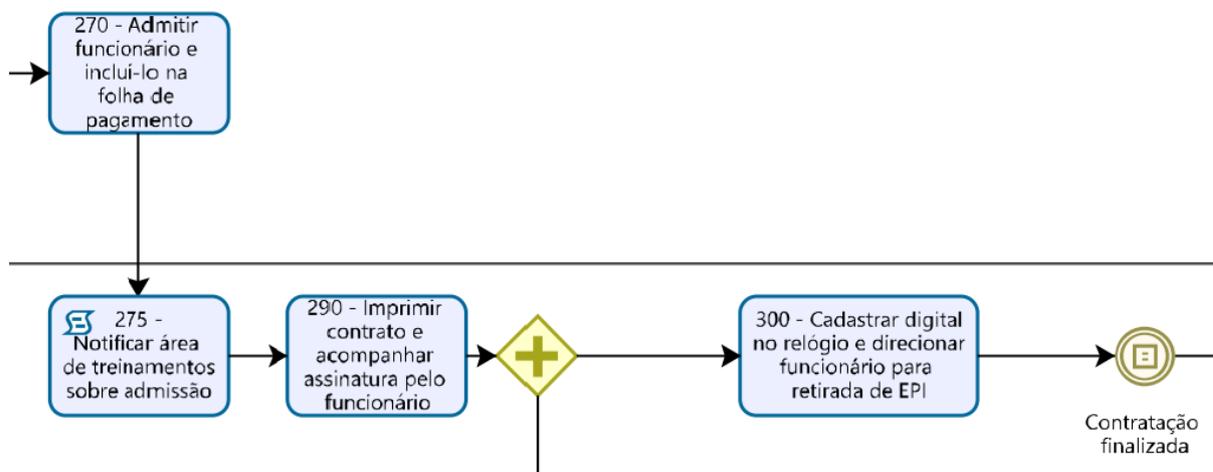
1. Ao fim do dia, o RH envia um e-mail com a previsão de assinatura de contratos para área de treinamentos se preparar para agendar os treinamentos junto ao colaborador.
2. O RH envia novo e-mail à área de treinamentos, após o fim do dia, com intuito de confirmar quais colaboradores foram admitidos no dia.

Caso a área de treinamentos passe a utilizar o mesmo sistema utilizado pela área do RH, a área de treinamentos poderia ser notificada automaticamente quando o colaborador admitido fosse incluso no sistema. Desse modo, elimina-se a necessidade do RH enviar novo comunicado sobre os funcionários admitidos no dia.

O sistema também permitiria que a área de treinamentos gerenciasse os treinamentos do colaborador dentro dele próprio, isso tornaria o processo mais ágil. Desta forma, a área de treinamentos não precisaria de aviso prévio sobre a previsão de admitidos para agendar os treinamentos.

Desta forma, as atividades 260 e 360 seriam eliminadas e o processo redesenhado ficaria da seguinte forma:

Figura 38 – Eliminação da necessidade da comunicação da admissão de funcionários para a área de treinamentos caso o sistema utilizado no recrutamento seja implementado também para gerir treinamentos.



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice B.

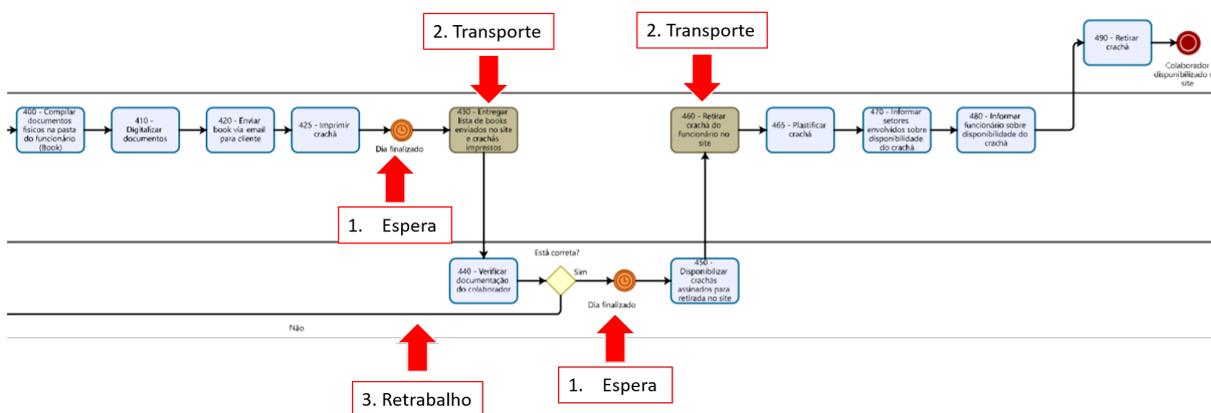
Dentre os principais benefícios desta prática, pode-se citar:

1. Primeiramente, eliminação do tempo de espera existente antes do RH comunicar a área de treinamentos sobre a previsão e confirmação de admitidos. Também, fim da necessidade da comunicação, pois a área de treinamentos seria automaticamente notificada assim que um colaborador fosse admitido.
2. O gerenciamento de mobilização da mão de obra passaria a ser integrado e o fluxo de mobilização ficaria mais fluido. Assim, implementaria-o no início e no fim do processo de mobilização.
3. O agendamento dos treinamentos se tornaria mais eficiente devido ao auxílio do software. Isso permite criar uma agenda de treinamento e alocar os colaboradores conforme a capacidade de vagas em cada sala de treinamento.

4.6.6 Proposta 6

A última identificação de desperdícios identificada e apresentada neste trabalho ocorre no fim do processo, após os treinamentos do colaborador.

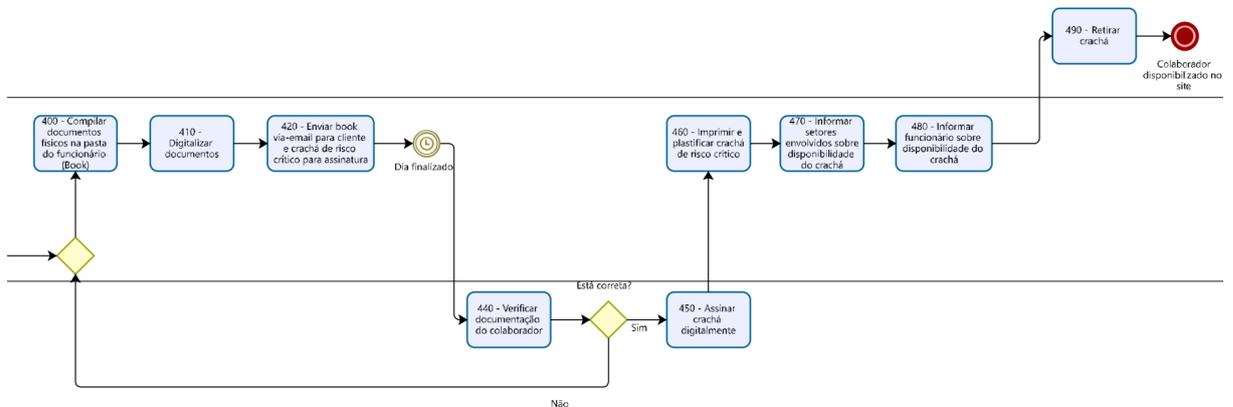
Figura 39 – Identificação de desperdícios de espera, transporte e retrabalho na fase de envio do *book* e liberação do crachá.



Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice A.

1. Após a impressão dos crachás, um funcionário da área de treinamentos imprime a lista de *books* enviados via e-mail no dia. Assim, há tempo de espera entre a impressão dos crachás para entrega.
2. Depois, para entregá-los, o colaborador deve se deslocar até a obra. O percurso de ida e volta dura, aproximadamente, 2h.
3. Tem-se prazo de 48h para verificar a documentação enviada do colaborador em treinamento. Após o término da verificação, ao fim do dia, o cliente informa a área de treinamentos sobre a disponibilidade do crachá, que pode ser retirado pela área no mesmo dia.
4. Para buscar os crachás assinados, o colaborador precisa se deslocar até a obra. Mesmo percurso de, aproximadamente, 2h, ida e volta.
5. Além disso, se houver algum problema na documentação entregue no *book*, ele será recusado. Logo, deve-se retornar a atividade de compilação de documentos a fim de corrigir os possíveis problemas.

Uma negociação com o cliente para possível eliminação das atividades 430 e 460 acarretaria na supressão da necessidade da entrega de via física da lista de *books* enviados no dia. Isso ocorreria com a implementação de assinatura digital dos crachás. O fluxo redesenhado segue abaixo:

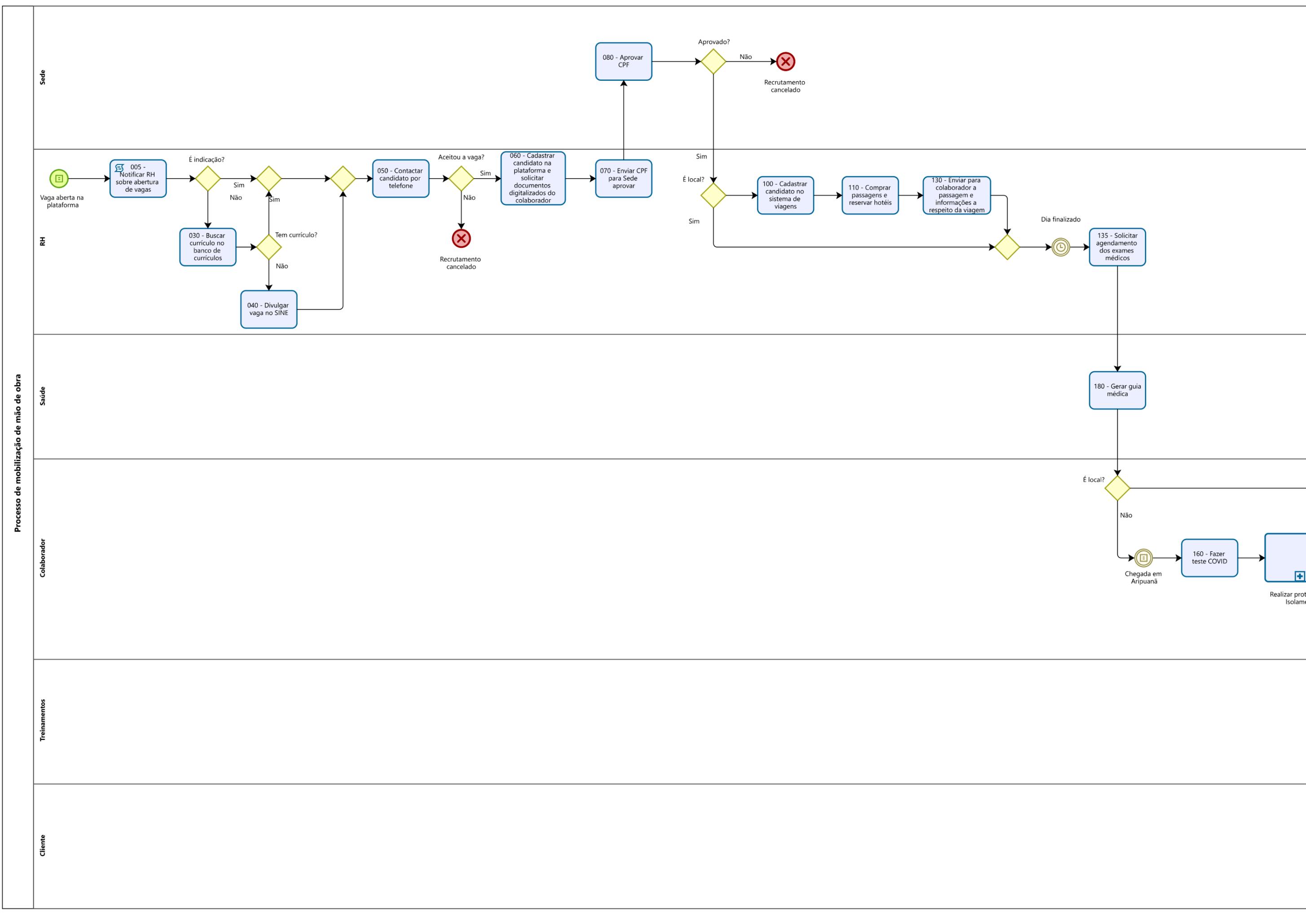
Figura 40 – Envio do *book* e liberação do crachá, com implantação de assinatura digital.

Fonte: Extrato do fluxograma presente no apêndice B.

Dentre os principais benefícios da prática, podem-se citar:

1. Eliminação do tempo entre envio do *book* e início da verificação da documentação do colaborador pelo cliente.
2. Eliminação do transporte do crachás e conseqüente economia de recursos para transportá-los.
3. A liberação de crachás não aconteceria mais por lotes ao fim do dia. Unitariamente, com cada assinatura digital, a área de treinamentos receberia, instantaneamente, notificação de assinatura do documento.
4. Com a eliminação do transporte para buscar os crachás na obra ao fim do dia, seria possível disponibilizar, para o colaborador no mesmo dia, a liberação do crachá pelo cliente.

A partir da identificação de desperdícios e proposição de melhorias, o fluxo do processo foi redesenhado, incluindo todas as 6 oportunidades de melhoria identificadas, como segue no *swinlane* "TO-BE", abaixo:



Sede

RH

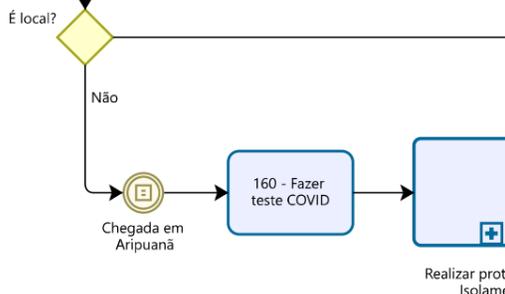
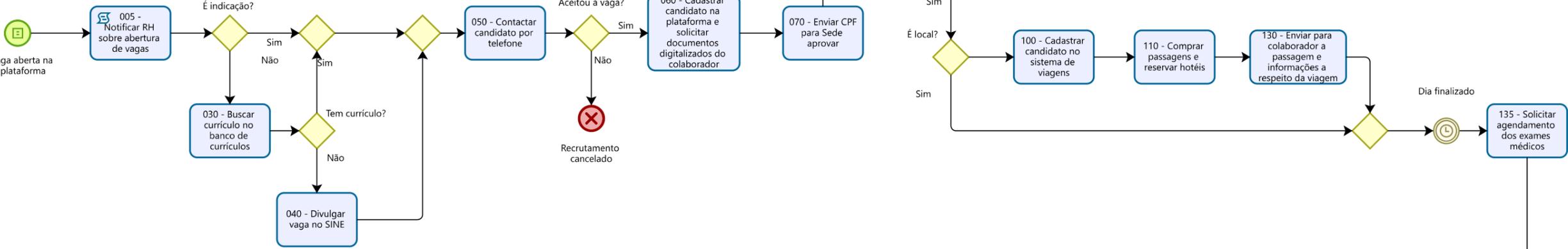
Saúde

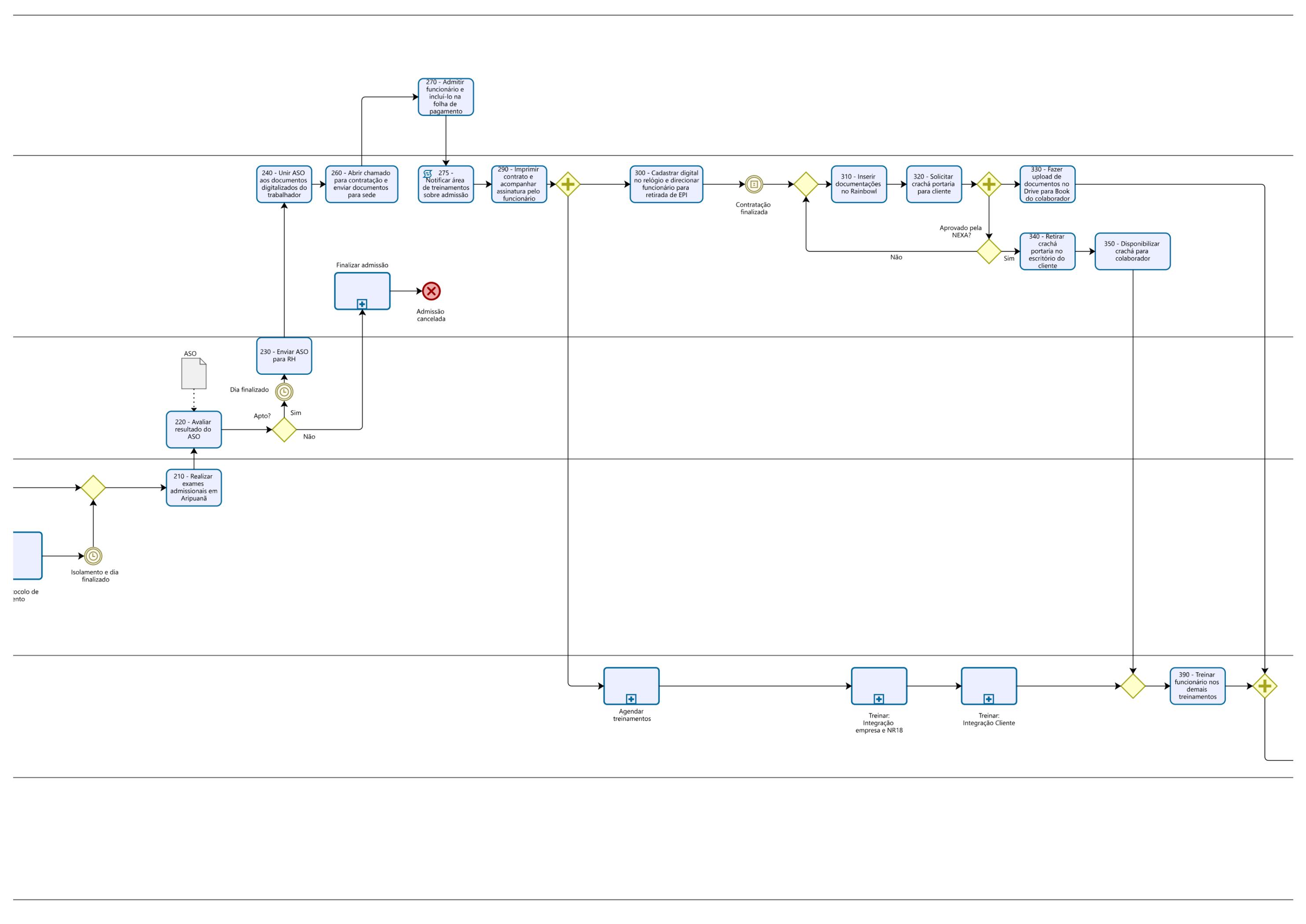
Colaborador

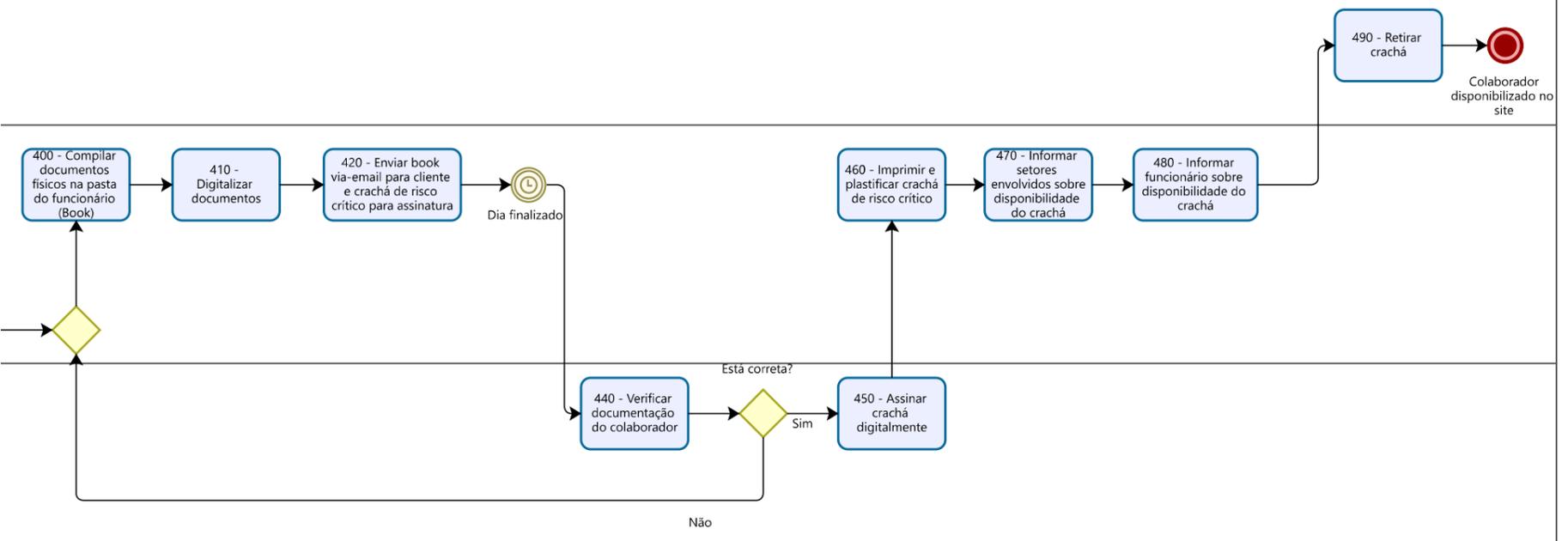
Treinamentos

Cliente

Processo de mobilização de mão de obra







4.7 Plano de Ataque

Para implementar as propostas de melhoria, torna-se necessário desenvolver um plano de ação para cada área envolvida no processo. Esta etapa se enquadrou na quarta etapa da pesquisa-ação, referente à implementação das melhorias, com a consolidação de várias ações a fim de atingir as melhorias desejadas.

Para cada proposta, foram levantadas, pelos autores, ações iniciais para implementá-las. No entanto, a realização de *workshop* PCS com os responsáveis por cada área geraria mais ações e maior assertividade na construção do próprio plano de ação.

Na tabela abaixo, encontra-se o plano de ação com finalidade de implementar as melhorias propostas.

Tabela 12 – Plano de ação para implementação das 6 melhorias.

| PROPOSTA | O QUE | POR QUEM |
|--|---|--------------------------|
| Melhoria 1 Transferir responsabilidade de abertura de vagas no sistema para solicitante a fim de reduzir tempo de espera | Solicitar criação de <i>login</i> na plataforma para solicitantes de vaga | RH |
| | Definir os solicitantes de vaga por setor | Cada setor |
| | Treinar solicitantes de vaga na plataforma | RH |
| Melhoria 2 Transferir responsabilidade de solicitação de passagens para o RH | RH passar a fazer solicitação de passagens | RH |
| Melhoria 3 Implementação de clínica médica própria | Definir recursos necessários para construção de clínica médica própria | Saúde |
| | Gerenciar obra da clínica | Suprimentos |
| | Definir procedimentos da clínica médica | Saúde |
| Melhoria 4 Digitalização de documentos pelo próprio colaborador na fase de recrutamento | Incluir no procedimento de recrutamento instruções para o próprio colaborador enviar documentos digitalizados | RH |
| | Definir rotina para receber e armazenar documentos digitalizados | RH |
| Melhoria 5 Implementação de novo sistema no processo de treinamentos | Treinar área de treinamentos para utilizar a plataforma | Terceiro |
| | Revisar rotinas e processos da área de treinamentos e adaptá-los para interação com sistema | Treinamentos |
| Melhoria 6 Negociação de assinatura digital dos crachás e dispensa da necessidade de envio de lista de <i>books</i> para início da verificação dos crachás | Negociar dispensa de necessidade da lista de <i>book</i> | Administração contratual |
| | Negociar mudança de assinatura física dos crachás para assinatura digital | Administração contratual |

4.8 Acompanhamento

As propostas realizadas detêm potencial para impactar grande parte dos *lead times* do processo. No entanto, é essencial fazer o acompanhamento e monitoramento da implementação de ações, como preconiza a 5ª etapa da pesquisa-ação, referente ao monitoramento em termos de eficácia da solução do problema.

Abaixo, segue resumo de quais etapas cada proposta atuou e quais *lead times* serão influenciados pela proposta de melhoria.

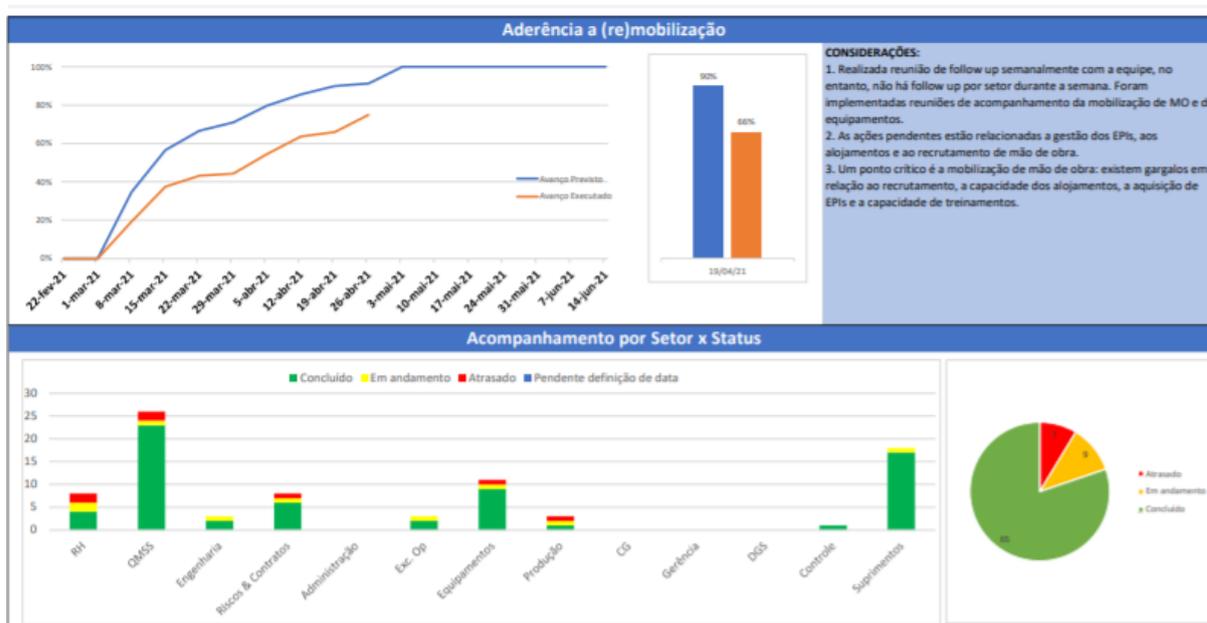
Tabela 13 – Resumo das proposta sugeridas e dos *lead times* que serão influenciados.

| | Etapa de atuação da melhoria | <i>lead time</i> influenciado pela melhoria |
|-------------------|--|---|
| Proposta 1 | Recrutamento | Recrutamento |
| Proposta 2 | Solicitação de passagens | Recrutamento a viagem |
| Proposta 3 | Agendamento e realização de exames médicos | Recrutamento; viagem para exame médico |
| Proposta 4 | Admissão | ASO e admissão |
| Proposta 5 | Agendamento de treinamentos | Admissão ao envio do <i>book</i> |
| Proposta 6 | Envio do <i>book</i> e liberação do crachá | Admissão ao envio do <i>book</i> ; envio do <i>book</i> à liberação do crachá |

O acompanhamento da implementação da melhoria seria feito por intermédio das seguintes etapas:

1. *Status* das ações propostas no plano de ação com auxílio de curva de avanço, como é exemplificado nas figuras abaixo:

Figura 41 – Exemplo de uma curva de avanço, utilizada em uma das reuniões de *Follow up* do projeto W



Fonte: Projeto W (2021).

Figura 42 – Exemplo plano de ação utilizado em uma das reuniões de *follow up* do projeto W

| DATA | Reunião | AÇÕES / ETAPAS | SETOR | RESPONSÁVEL | TÉRMINO PREV | STATUS | COMENTÁRIOS |
|--------|-------------|---|-------------|------------------|--------------|--------------|--|
| 10/abr | check-in MO | Verificar números da mão de obra indireta com gestores | Exc. Op | Marcela | 16/04/2021 | Atrasado | 16/04- Falta Diego |
| 16/abr | check-in MO | Fazer divulgação das vagas em aberto na rádio e na rodoviária | RH | Diego | 24/04/2021 | Atrasado | 23/04 - Anúncio na rodoviária será feito. Verificar anúncio na rádio 23/04- Anúncios na rodoviária e rádio. Ajudante NARI é acima de 18 anos 26/04- Está sendo estudada a melhor forma de divulgar |
| 23/abr | check-in MO | Abrir vagas de junho | Produção | Dandara | 24/04/2021 | Em andamento | 26/04- Iniciada. Em andamento. |
| 26/abr | check-in MO | Verificar rotina de conferência dos cartões de vacina | Exc. Op | Marcela | 03/05/2021 | Atrasado | 30/04- Cobrar colaborador para levar o cartão vacinado na clínica. |
| 28/abr | check-in MO | Verificar ASO de motorista de carro pesado | QMSS | Jaqueline | 29/04/2021 | Atrasado | 28/04- Ligar na clínica, dar cópia de todos os exames e pedir para nosso médico aprovar. Verificar no corporativo essa ASO |
| 28/abr | check-in MO | Solicitar EPIs para pessoal da reforma da república | Produção | Dandara | 28/04/2021 | Atrasado | |
| 28/abr | check-in MO | Reformar casa para alojar MO | Produção | Dandara | 05/05/2021 | Em andamento | |
| 30/abr | check-in MO | Verificar com Dandara se indicará outros 8 encarregados | Exc. Op | Marcela | 30/04/2021 | Atrasado | |
| 30/abr | check-in MO | Calcular previsão de entrada em exames médicos | RH | Marcela e Renato | 30/04/2021 | Atrasado | Apolo: Marcela |
| 30/abr | check-in MO | Enviar previsão de liberação do mecânico (manutenção) para treinamentos | RH | Renato | 03/mai | Atrasado | Nome, CPF e Telefone |
| 30/abr | check-in MO | Fazer check nos alojamentos | Suprimentos | Arison | 03/mai | Atrasado | Apolo: Gustavo |

Fonte: Projeto W (2021).

Ao adentrar na 6ª etapa da pesquisa-ação, onde se realiza a avaliação do efeito das ações, os resultados seriam analisados por meio da:

2. Verificação dos três *lead times* apontados como maiores gargalos do processo na subseção 4.5 de "Análise e causas". Sendo eles: admissão ao envio do *book*, exame médico ao ASO, recrutamento ao exame médico.
3. Aderência ao histograma do mês atual e do mês seguinte.

Além disso, se todas as propostas fossem implementadas, poderia-se passar a monitorar, também, os *lead times* de recrutamento de candidatos. Atualmente, isso não se

executa devido à ausência de *input* da data de abertura da vaga. Outra melhoria obtida, com a adesão da área de treinamentos ao sistema, seria a possibilidade de monitorar as datas de início e fim dos treinamentos não mapeadas no momento.

5 Conclusão

A priori, este trabalho visou apresentar a implantação da filosofia *Lean* no processo de mobilização de mão de obra na construção pesada. Para isto, adotou-se a metodologia de pesquisa-ação, que se mostrou ideal para atingir o objetivo proposto ao permitir partir da identificação do problema e compreensão do contexto até a análise de causas. Também, propôs-se melhorias, plano de ação e método de acompanhamento, não sendo possível aplicar apenas a última etapa da metodologia, referente ao aperfeiçoamento do plano de ação. Esta seria feita simultaneamente ao acompanhamento de ações e posterior encerramento da pesquisa-ação.

A despeito da contemporaneidade do assunto, a literatura se mostrou consistente e consolidada para permitir diálogo em torno do assunto e aplicação prática. De certo, relevantes autores do ramo contribuíram para criação e construção deste tema. Diante disso, a aplicação do *Proknow-C* permitiu para a criação de um relevante banco de artigos e conseqüente expansão dele com este projeto ao desenvolvê-lo dentro de um nicho dele.

Em relação à aplicação do *lean*, conclui-se que, apesar do *lean construction* ainda não ser disseminado no Brasil, ainda é possível aplicá-lo, inclusive, em processos que agregam valor ao produto final indiretamente, como o de mobilização da mão de obra, etapa comum a qualquer projeto de construção civil, em especial, àquelas da construção pesada.

No mais, tornou-se possível utilizar ferramentas da qualidade amplamente disseminadas na filosofia *lean*, como o SIPOC, diagrama de Pareto e mapeamento de processo. Além disso, o projeto ainda abriria espaço para a implementação de outras ferramentas, como Mapeamento do Fluxo de Valor, possivelmente implementado na análise do estado atual, diagramas de causa-efeito, na análise das causas, e matriz de "esforço x impacto", na construção do plano de ação.

Com a utilização da metodologia BPM, atingiu-se um dos objetivos do projeto, ao se fazer o mapeamento de todo o processo de acordo com as diretrizes estabelecidas por ela com notações padronizadas. Isso permitiu atingir outro objetivo do projeto, ao encontrar as falhas e gargalos de desperdícios presentes no fluxo de trabalho do projeto em estudo. Desta forma, um terceiro objetivo foi atingido, que foi a análise do fluxo sob a filosofia *Lean*, que possibilitou o próprio redesenho para elaboração e proposta de plano de ação ante à empresa.

Por um lado, uma das principais lições aprendidas, é que tem-se a necessidade do apoio da alta liderança para poder dar início ao processo de melhoria e a importância de levantar evidências do processo e compreender o estado atual, para que a equipe se

convença da imprescindibilidade de melhorias e deseje a aplicação delas. Neste projeto, houve apoio da alta liderança, no entanto, devido às inconsistências na base de dados, o levantamento de dados foi demorado e isso causou pouca adesão às mudanças por parte de alguns colaboradores em alguns momentos do projeto.

Por outro lado, observou-se a necessidade de se propor, no início do projeto, um escopo definido do projeto de melhoria pela consolidação de calendário de reuniões. Assim, o pesquisador ou consultor de melhoria contínua dispensa a necessidade de abordagem dos colaboradores da equipe recorrentemente. Logo, os esforços para melhorar o processo evitam ficar dispersos dentre todas as outras atribuições que a equipe já possuía no processo estudado, no caso, na mobilização de mão de obra.

Por fim, seguiu-se a linha de raciocínio necessária para se implementar novo projeto de melhoria de processo. Então, contemplou-se o entendimento da realidade do processo, a definição de indicadores para controle e a identificação dos gargalos em que deve se empenhar maiores esforços. No caso, identificaram-se desperdícios intelectual, de espera, de movimentação desnecessária, de estoque, de transporte e de retrabalho.

Por objetivo da pesquisa-ação, visou-se a melhoria contínua ao propor tal plano de ação com intuito de gerar discussão em torno do projeto. Em outras palavras, melhorias são sugeridas, colocadas em prática e, futuramente, reanalisadas para reinicialização do processo e manutenção do incentivo ao aprendizado coletivo com potencialização e aprimoramento do meio de trabalho. Neste contexto, contribuiu-se com a proposta de análise cíclica por *lead times* em cima do estudo de desperdícios *lean* no mapeamento de processo em BPM.

O levantamento dos problemas do processo e construção do plano de ação não foi realizado em conjunto com a equipe envolvida no processo de mobilização. Justamente, conclui-se que a construção deste plano com a equipe traria maior adesão ao projeto de melhoria e possuiria maior potencial para impactar o projeto positivamente. Entretanto, implementaram-se apenas duas das seis melhorias propostas.

Com a proposta nº 2, o próprio RH passou a solicitar as passagens de traslado do colaborador e relatou aos pesquisadores benefícios e agilidade no recrutamento. A proposta nº3, em que todos os exames passariam a ser executados em Aripuanã pela clínica própria da empresa, foi implementada após a estimação dos *lead times* feitos nessa pesquisa e já podem ser mensurados.

Como ressaltado anteriormente, os resultados provenientes das sugestões não puderam ser analisados devido ao curto cronograma deste trabalho em relação ao tempo necessário para conclusão de todo o ciclo de análise de uma pesquisa-ação. Ainda, algumas etapas do processo de implementação de melhoria baseada no pensamento A3 não foram totalmente abordadas. Destarte, levantaram-se algumas sugestões para a continuidade do

projeto:

1. No início de um projeto de melhoria, vê-se a importância na criação de cronograma do trabalho feito. Assim, pode-se definir quanto tempo haverá dedicação em cada fase de implementação da melhoria.
2. Um dos principais desafios deste projeto foi trabalhar com base de dados com muitas inconsistências. Então, sugere-se dedicação de mais tempo do projeto para a consolidação dessa base.
3. Após a análise dos maiores gargalos do processo, na fase de "Análise e causas" (seção 4.5), torna-se essencial o agendamento de um *workshop* de melhoria de processo com auxílio da metodologia PCS implantado em todas as áreas envolvidas. Neste *workshop*, evidenciariam os maiores gargalos do processo e, por intermédio de *brainstorm*, levantariam todos os problemas existentes atuantes no tempo de duração da atividade. Em seguida, provocaria a identificação da causa raiz do problema e, a partir disso, proporiam-se possíveis soluções. Com as sugestões de soluções, recomendaria-se elaborar plano de ação com todas as áreas ligadas ao processo. Este plano possuiria mais ações, as quais seriam mais fiéis à realidade do projeto que o plano de ação sugerido neste trabalho. Este último foi feito a partir de uma visão menos aprofundada do dia a dia em comparação a dos donos do processo.
4. Sugere-se, após o fim deste trabalho, redesenho do mapa do processo de forma mais generalista. Este serviria de base para outras obras da empresa que, invariavelmente, precisam passar pela mobilização de mão de obra.
5. Sugere-se, também, com o mapeamento generalista, criação de procedimentos padrões para detalhar melhor cada etapa do processo.

Referências

ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S. Effect of lean tools to control external environment risks of construction projects. *Sustainable Cities and Society*, v. 32, p. 348–356, 2017. ISSN 2210-6707. Citado 5 vezes nas páginas 19, 20, 22, 23 e 24.

ASLAM, M.; GAO, Z.; SMITH, G. Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. Elsevier, 2020. Citado na página 14.

AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, v. 52, n. 4, p. 679–695, 2013. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84889644192&doi=10.1016%2fj.aej.2013.04.008&partnerID=40&md5=83ece1424df9b68c35b91f4eeced8424>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 24.

BAJJOU, M. S.; CHAFI, A.; EN-NADI, A. A comparative study between lean construction and the traditional production system. *International Journal of Engineering Research in Africa*, v. 29, p. 118–132, 2017. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85014840540&doi=10.4028%2fwww.scientific.net%2fJERA.29.118&partnerID=40&md5=eae213781eb56b247328e6f368b49cc7>>. Citado 6 vezes nas páginas 19, 20, 21, 22, 23 e 24.

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. Lean project management. *Building Research and Information*, v. 31, n. 2, p. 119–133, 2003. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0037362304&doi=10.1080%2f09613210301997&partnerID=40&md5=cd9a5426fff78eeb1041f3b7e00a54ef>>. Citado 5 vezes nas páginas 22, 23, 25, 26 e 27.

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. Competing construction management paradigms. *Lean Construction Journal*, v. 1, n. 1, p. 38–45, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84987619052&partnerID=40&md5=099a43c8e6f0367b818584745059899b>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

BARRETO, F. F. P. Noções de construção civil. In: . [S.l.]: NT Editora, 2014. p. 9–30. Citado na página 15.

BAYHAN, H. G.; DEMIRKESEN, S.; JAYAMANNE, E. Enablers and barriers of lean implementation in construction projects. In: _____. *3rd World Multidisciplinary Civil Engineering, Architecture, Urban Planning Symposium (wmcaus 2018)*. Bristol: Iop Publishing Ltd, 2019. v. 471, p. 022002. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 25.

BERTELSEN, S. Lean construction: Where are we and how to proceed? *Lean Construction Journal*, v. 1, n. 1, p. 46–69, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84987665794&partnerID=40&md5=addc73687be46588aedf2a00e6d4813e>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 26.

BLOG, E. W. *Conteúdos e eventos relevantes sobre a tecnologia wetlands construídos*. 2020. Acessado em: abril de 2021. Disponível em: <<https://www.wetlands.com.br/post/desmistificando-os-wetlands-constru%C3%ADdos>>. Citado na página 34.

BOUHER, X. Analyse et ingénierie des processus - Business Process Management. EMSE, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 27, 28 e 29.

BRAESCH, C.; HAURAT, A. École de modélisation d'entreprise. In: *La modélisation systémique en entreprise*. [S.l.]: Hermes, 1995. Citado na página 28.

BRASIL, L. I. *Roundup do pensamento A3*. 2016. Acessado em: abril de 2021. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/479/roundup-do-pensamento-a3.aspx>>. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 37.

CBIC, C.; FGV, F. A produtividade da construção civil brasileira. In: *São Paulo: Relatório de pesquisa*. [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 13.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? In: *Como elaborar projetos de pesquisa*. [S.l.]: Atlas S. A., 2002. p. 41–58. Citado na página 30.

GREEN, S.; MAY, S. Lean construction: arenas of enactment, models of diffusion, and the meaning of 'leanness'. In: *Building Research Information*. [S.l.]: Stanford University, 2005. v. 33, cap. 6, p. 498–511. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 27.

HEMAKUMAR, S. Reducing costs and GHG emissions across Construction Logistics using principles of Lean SCM and Green SCM to achieve Synergy. TUDelft, 2017. Citado na página 14.

HILL, C. M. LC - Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency (Smart Market Report). McGraw Hill Construction Research and Analytics, Massachusetts, 2013. Citado na página 14.

IBGE, I. Paic. In: *Pesquisa Anual da Indústria da Construção Civil 2018*. 28. ed. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–4. Citado na página 13.

KARAGIANNIS, D. Towards Business Process Management Systems. at CoopIS, 1994. Citado na página 28.

KOSKELA, L. New production philosophy: origin, development and main ideas. In: *Innovations in Information Systems Modeling: Methods and Best Practices*. 72. ed. [S.l.]: Stanford University, 1992. cap. 1, p. 5–9. Citado 3 vezes nas páginas 14, 19 e 27.

KOSKELA, L.; BALLARD, G. Should project management be based on theories of economics or production? *Building Research and Information*, v. 34, n. 2, p. 154–163, 2006. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33644516041&doi=10.1080%2f09613210500491480&partnerID=40&md5=3ceccf7db75ab17a771e40d127f07d56>>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 23 e 27.

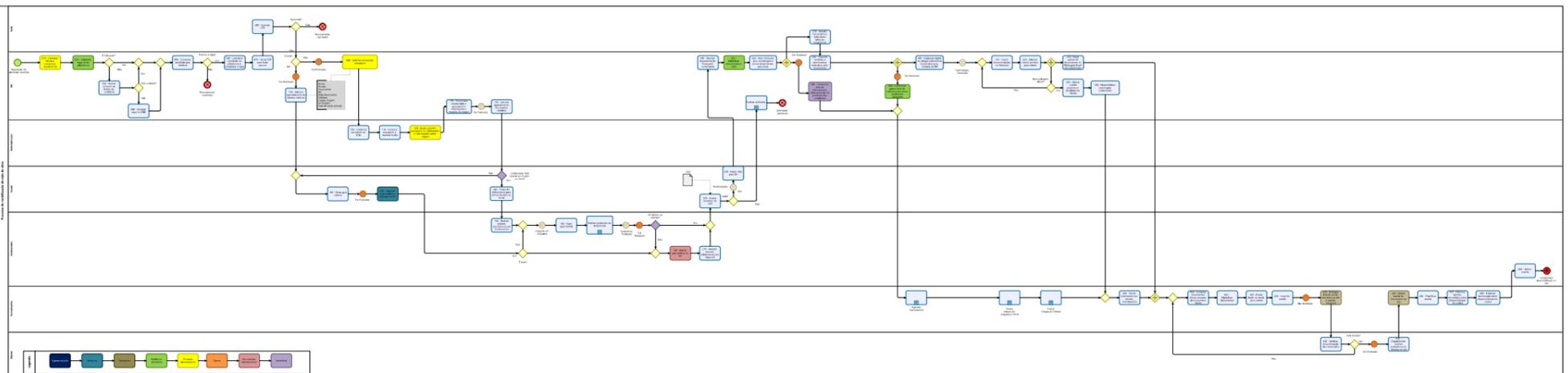
LAPINSKI, A. R.; HORMAN, M. J.; RILEY, D. R. Lean processes for sustainable project delivery. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 132, n. 10, p. 1083–1091, 2006. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33748796091&doi=10.1061%2f%28ASCE%290733-9364%282006%29132%3a10%281083%29&partnerID=40&md5=ed55f1f249c912d233a14237e67c5f1a>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 26.

MOLEVELD, V. Lean Philosophy in Large Infrastructure Projects. TUDelft, 2017. Citado na página 13.

- MUTTI, C. d. N. The drivers of brazilian contractors' competitiveness in the international market. In: . [S.l.]: University of reading – School of Construction Management and Engineering Faculty of ScienceS, 2004. Citado na página 13.
- PARIZI, C.; NääS, I. A.; GARCIA, S. Fatores que influenciam na produtividade do trabalhador da construção civil. In: *Revista Espacios*. 19. ed. [S.l.: s.n.], 2017. v. 38, p. 26. Citado na página 13.
- PIET, M. The influence of lean planning on trust and time performance in construction projects. TUDelft, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- SAAD, N. M. et al. A3 thinking approach to support problem solving in lean product and process development. In: . [S.l.]: Springer London, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- SALEM, O. et al. Lean construction: From theory to implementation. *Journal of Management in Engineering*, v. 22, n. 4, p. 168–175, 2006. ISSN 0742-597X. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 25.
- SPOSITO, J. et al. Análise das práticas do Lean Construction em um empreendimento residencial. FPL, 2018. Citado na página 13.
- TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. In: *Revista Paranaense de Desenvolvimento*. 109. ed. [S.l.]: IPARDES, 2005. p. 9–25. Citado na página 13.
- THIOLLENT, M. Concepção e organização da pesquisa. In: *Metodologia da Pesquisa-Ação*. 18. ed. [S.l.]: Editora Cortez, 2011. cap. 2, p. 55–82. Citado 3 vezes nas páginas 15, 30 e 32.
- VILELA, L. d. O. Aplicação do proknow-c para seleção de um portfólio bibliográfico e análise bibliométrica sobre avaliação de desempenho da gestão do conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- VILELA, L. d. O. Seleção de portfólio bibliográfico. In: *Aplicação do proknow-c para seleção de um portfólio bibliográfico e análise bibliométrica sobre avaliação de desempenho da gestão do conhecimento*. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2012. p. 80–84. Citado na página 17.

Apêndices

APÊNDICE A – Mapeamento de Processo de Mobilização Atual



APÊNDICE B - MAPEAMENTO DE PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO PROPOSTO

