

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

MARCELO VASCONCELOS DE ALMEIDA

**ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE GESTÃO PARA PEQUENAS
OBRAS EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA**

Dourados - MS

2018

MARCELO VASCONCELOS DE ALMEIDA

**ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE GESTÃO PARA PEQUENAS
OBRAS EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA**

Trabalho apresentado a Universidade
Federal da Grande Dourados como parte
das exigências para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Me. Vinícius Carrijo
dos Santos

Dourados - MS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A447e Almeida, Marcelo Vasconcelos De

Elaboração de uma metodologia de gestão para pequenas obras em um escritório de arquitetura / Marcelo Vasconcelos De Almeida -- Dourados: UFGD, 2018.

66f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Vinícius Carrijo dos Santos

TCC (Graduação em Engenharia de Produção)-Universidade Federal da Grande Dourados

Inclui bibliografia

1. Lean Construction. 2. BPMN. 3. Indicadores de desempenho. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

MARCELO VASCONCELOS DE ALMEIDA

**ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE GESTÃO PARA PEQUENAS
OBRAS EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA**

Trabalho apresentado a Universidade
Federal da Grande Dourados como parte
das exigências para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Produção

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Vinícius Carrijo dos Santos

FAEN

Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Camparotti

FAEN

Prof. Me. Katherine Kaneda Moraes

FAEN

Dourados, ____ de _____ de 201_.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos Verdadeiros Pais por terem me dado a dádiva da vida.

Aos meus pais que sempre me deram apoio, orientação e conselhos durante toda a minha vida.

Ao meu orientador Vinícius Carrijo dos Santos pelas orientações e a oportunidade de desenvolver esse trabalho.

Ao Studio Jordano Valota pelo estágio que agregou tanto em conhecimento e experiência, e que possibilitou a realização desse trabalho, em especial ao Jordano Valota e Jessica Cardoso.

Aos meus amigos do Kinho Turbal, Douglas, Higor, Luiz Guilherme (CR7), Rafael e Marcos, que estiveram juntos comigo nessa jornada acadêmica, seja realizando trabalhos, viagens, saindo aos finais de semana e se divertindo.

Aos meus amigos Hansun, Agustin, Mi Ye, Jin Hwa, Shin Chol, Carol Chaves, Hanmi e Yhohana, que sempre estiveram comigo.

Ao Aparecido e Doris Olimpio pelo apoio e estadia em Dourados.

Meu muito obrigado a todos.

RESUMO

Devido à alta concorrência no cenário da construção civil, se faz necessário o emprego de ferramentas que auxiliem a otimização da produção, realizando planejamento e controle da obra, que visa reduzir os desperdícios e custos dos empreendimentos. Além do mais, o setor da construção civil apresenta altos índices de atrasos, ausência de controles de qualidade e grande índice de desperdícios de materiais. Por sua vez, existe a necessidade de tornar os colaboradores auto gerenciáveis, como por exemplo o mestre de obras, permitindo o mesmo tomar decisões e ser autônomo. Sendo assim, esse trabalho utiliza a notação BPMN (*Business Process Model and Notation*) para analisar os fluxos dos processos da obra, permitindo identificar falhas, pontos de melhorias e propor alterações nos fluxos, com foco no aumento de autonomia dos trabalhadores no canteiro de obras. Dessa forma é possível eliminar desperdícios relacionados com movimentações desnecessárias, com transportes e de materiais, reduzir tempos de espera para tomadas de decisões e estabelecer parâmetros para a melhora contínua a partir de indicadores. Para tanto, o objeto de estudo selecionado foi uma empresa de arquitetura com sede em Dourados – MS, tendo como foco principal a concepção de projetos arquitetônicos, e em menor escala, a gestão de obras de pequeno porte. Dessa forma, o estudo visa a gestão da obra, mapeando a execução e os processos de suporte que o apoiam.

Palavras-chave: *Lean Construction*, BPMN, Indicadores de desempenho

ABSTRACT

Due to the high competition in the construction scenario, it is necessary to use tools that help to optimize production, carrying out planning and control of the work, which aims to reduce the waste and costs of the projects. Moreover, the civil construction sector shows high rates of delay, lack of quality controls and a high rate of material waste. In turn, there is a need to make employees self-manageable, such as the master builder, allowing them to make decisions and be autonomous. Thus, this work uses the BPMN (Business Process Model and Notation) notation to analyze the work process flows, allowing to identify failures, points of improvement and propose changes in the flows, focusing on the increase of the autonomy of the workers in the construction site. In this way it is possible to eliminate waste related to unnecessary movements, with transportation and materials, reduce waiting times for decision making and establish parameters for continuous improvement from indicators. To that end, the object of study selected was an architecture company based in Dourados - MS, with the main focus being the design of architectural projects, and to a lesser extent, the management of small-sized constructions. In this way, the study aims at the work management, mapping the execution and the support processes that support it.

Keywords: Lean Construction, BPMN, Performance Indicators

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional.....	19
Figura 2: Modelo de Fluxo	19
Figura 3: Processo de Planejamento <i>Last Planner System</i>	25
Figura 4: Exemplo de processo desenhado no BPMN	26
Figura 5: Indicadores de Planejamento e Controle da produção	28
Figura 6: Fluxograma da Metodologia	31
Figura 7: Fluxograma da Gestão da obra	34
Figura 8: Fluxo atual - Planejamento	35
Figura 9: Fluxo atual – Gestão operacional geral.....	37
Figura 10: Fluxo atual – Compras de materiais.....	39
Figura 11: Fluxo real – Execução das atividades da obra	41
Figura 12: Fluxo com proposição de melhorias – Planejamento.....	43
Figura 13: Fluxo com proposição de melhorias – Gestão operacional geral.....	45
Figura 14: Fluxo com proposição de melhorias – Compras de materiais	51
Figura 15: Fluxo com proposição de melhorias – Execução das atividades da obra	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Elementos do BPMN.....	27
Quadro 2: Indicadores de desempenho.....	29
Quadro 3: Planilha de controle – Desvio de custo acumulado.....	47
Quadro 4: Planilha de controle – Desvio de prazo acumulado.....	48
Quadro 5: Planilha de controle – Relatório diário de obra.....	49
Quadro 6: Planilha de controle – Cronograma de compras.....	50
Quadro 7: Planilha de controle – Percentual de Planejamento Concluído.....	54
Quadro 8: Planilha de controle – Controle de execução.....	55
Quadro 9: Planilha de controle – Pedido de materiais.....	56
Quadro 10: Planilha de controle – Percentual de tarefas iniciadas e finalizadas no prazo.....	57
Quadro 11: Planilha de controle – Índice de não conformidades e retrabalhos.....	58

LISTA DE SIGLAS

LC	<i>Lean Construction.</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
JIT	<i>Just-In-Time</i>
LPS	<i>Last Planner System</i>
PPC	Percentual de Planejamento Concluído
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO	11
1.2	JUSTIFICATIVA	12
1.3	OBJETIVOS	12
1.3.1	Objetivo geral	12
1.3.2	Objetivos específicos	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	LEAN THINKING	13
2.1.1	Princípios do <i>Lean Thinking</i>	15
2.2	LEAN CONSTRUCTION	17
2.2.1	Onze princípios do lean construction	20
2.3	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS	22
2.4	LAST PLANNER SYSTEM	24
2.5	BPMN	25
2.6	INDICADORES DE DESEMPENHO	28
3	METODOLOGIA	31
4	DESENVOLVIMENTO	33
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	33
4.2	MAPEAMENTO DOS PROCESSOS	33
4.2.1	Planejamento	34
4.2.2	Gestão operacional geral	36
4.2.3	Compras	38
4.2.4	Execução das atividades da obra	40
4.3	ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS	42
4.3.1	Planejamento	42
4.3.2	Gestão operacional geral	44
4.3.2.1	Planilha de controle para a equipe de gestão da obra	47
4.3.3	Compras	49
4.3.4	Execução das atividades da obra	52
4.3.4.1	Planilha de controle para a equipe de execução	54
5	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

As empresas buscam se manter cada vez mais competitivas no mercado em que atuam, na construção civil não é diferente. Devido a esse ambiente competitivo, as construtoras procuram novos meios de alavancar a sua produção e aperfeiçoar os seus processos construtivos. Costa et al. (2014) afirmam que para o setor da construção civil a competitividade é um desafio devido ao elevado desperdício de materiais e de tempo da mão de obra ocasionado principalmente pela dificuldade de gerir processos e estimar custos.

O sistema de produção da construção civil é representado pela gestão como um problema que se soluciona por si, sendo por vezes negligenciado, ficando assim, evidente a oportunidade de investimento das construtoras em seu desenvolvimento, ocasionando uma vantagem competitiva (BALLARD et al., 2001).

De acordo com Chirinéa (2018), as obras de edificações no Brasil possuem como predominância processos construtivos e gestões da produção de forma tradicionais, onde se tem a prevalência de baixa qualidade, produtividade e altos índices de desperdícios. Com esse cenário, muitas empresas de construção civil procuraram novos processos construtivos, além de sistemas de gestão da produção, para racionalizar, padronizar processos e eliminar custos.

Com o objetivo de uma melhoria contínua dos processos produtivos e aumento da produtividade, empresas implantaram a filosofia *Lean Production* em seus sistemas de produção.

O *Lean Production* foi criado na indústria automobilística *Toyota Motor Company* por Taiichi Ohno no período pós-guerra no Japão, onde havia escassez de recursos. Essa filosofia é um sistema de produção que possui como característica a flexibilidade, utilizando métodos para a identificação dos desperdícios que permite chegar em resultados expressivos na linha de produção (CAKMAKCI, 2008).

A filosofia *Lean* se baseia em três objetivos: melhoria contínua dos processos, redução de desperdícios e maximizar o valor ao cliente. Assim, essa filosofia compreende os processos como sendo um conjunto de atividades de conversão e de fluxo, onde as de fluxo não agregam valor, tendo que serem minimizadas, e as atividades de conversão, que agregam valor, devem ser otimizadas (KOSKELA, 1992).

A implementação da produção enxuta tem como uma alternativa a criação do verdadeiro fluxo contínuo dentro do processo, sendo uma mudança visível, na qual traz benefícios para os

clientes externos e para os envolvidos internamente nos processos (ROTHER e HARRIS, 2002).

Ohno (1997) identificou sete primeiros tipos de desperdícios, que foram classificados por superprodução, espera, transporte, processamento, produtos defeituosos, movimentação e estoque. De acordo com Womack e Jones (1998), independentemente da quantidade dos tipos de desperdícios, eles têm existência em toda parte. Desse modo, os autores completam sugerindo a filosofia *Lean* como uma forma para a eliminação dos desperdícios.

Partindo dos conceitos do *Lean Production*, Koskela (1992) propõe um modelo adaptado para a construção civil, buscando novas alternativas para o gerenciamento de projetos e da operação nesse setor. Essa adaptação ficou conhecida como *Lean Construction* (LC).

Todas as atividades consomem tempo e recurso, porém algumas agregam valor ao produto. Em relação à construção civil, o assentamento de tijolos para a execução de alvenaria é considerado uma atividade que agrega valor. Enquanto retrabalhos e colaboradores parados devido à falta de materiais são exemplos de atividades que não agregam valor, ou seja, improdutivas (FORMOSO, 2002).

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo analisar os princípios do LC em um canteiro de obras a partir do mapeamento dos processos de uma obra de pequeno porte, a fim de propor melhorias do sistema construtivo.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Grohmann (1998) afirma que não existe dados confiáveis sobre os desperdícios na construção civil, na verdade, estima-se que com os desperdícios de materiais e de mão de obra gastos em três obras seria possível a construção de uma outra obra idêntica, concluindo que o desperdício equivaleria a 33%. Além disso, em comparação com outros setores industriais, a construção civil apresenta um atraso causado pela baixa produtividade, ausência de controle de qualidade, atrasos e pelo grande índice de desperdícios de materiais (CHAGAS et al, 2015).

Observando isso, o *Lean Construction* vem como uma forma de reverter esse cenário nos canteiros de obras, de modo a buscar a melhoria contínua nos sistemas de produção das construtoras.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil expressa uma parcela importante na economia brasileira, sendo um setor significativo do PIB do Brasil, representando 5,2% de participação (CBIC, 2018). Isso é resultado porque o setor da construção abrange elevados custos de produção em relação à materiais e mão de obra.

Porém, a construção civil brasileira apresenta padrões e procedimentos não definidos, mão de obra precária e escassa, além de altos índices de desperdícios em relação a atividades de apoio (fluxo) e de matéria-prima.

Sendo assim, a filosofia *Lean Construction* se adequa às necessidades da construção civil. De acordo com Koskela (1992), o LC tem como contribuição a compreensão de que a sequência da produção da construção civil é mais do que a sucessão de atividades de conversão, compreendendo todas as atividades do fluxo, sendo estas as atividades de transporte, inspeção e espera.

Tendo em vista a importância da eliminação ou redução dos desperdícios para a diminuição dos custos das atividades que não geram valor às construtoras, esse trabalho se faz necessário para propor um plano de ação que vise a melhoria dos sistemas produtivos e minimizem as atividades que não agregam e consomem recursos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar o gerenciamento de canteiro de obras a partir das melhores práticas do *Lean Construction* e propor novo modelo de gerenciamento de pequenas obras por meio do mapeamento do processo

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar o diagnóstico da aplicação dos princípios *Lean Construction* na obra;
- Mapear o processo atual;
- Propor alterações por meio de mapeamento;
- Propor a utilização e medição de indicadores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEAN THINKING

A palavra *Lean* tem origem da língua inglesa, significando “Enxuto”. Na perspectiva corporativa, *Lean* apresenta como conceito uma filosofia de melhoria de processos por meio da eliminação de desperdícios, assim, conseqüentemente, sendo possível aprimorar os fluxos de trabalho (HINES *et al.*, 2004). Ohno (1997) explana que os desperdícios são os elementos da produção que fazem os custos aumentar sem agregação de valor ao produto.

Segundo Womack e Jones (2005), o Lean Thinking é uma forma de especificar valor, alinhar as ações que geram valor com a melhor seqüência, e realizar atividades sem interrupção e de forma eficaz.

O conceito do Lean Thinking surgiu com o desenvolvimento da indústria automobilística, mais precisamente com o Sistema Toyota de Produção (STP). O STP foi desenvolvido por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno depois da Segunda Guerra Mundial, devido a necessidade de aumentar a eficiência através da identificação e eliminação dos sete desperdícios da cadeia produtiva (OHNO, 1997).

Com a ajuda de Ohno, foi desenvolvido um modelo de produção que se baseou na eliminação e redução de desperdícios, de forma a capacitar a indústria Toyota para competir perante ao cenário em que o Japão se encontrava, com diferentes demandas e lento crescimento econômico. (HINES *et al.*, 2004).

Ohno (1997), propõe a classificação das perdas, de forma a identificar e eliminá-las para sustentar o processo, sendo necessário reconhecer quanto a sua natureza. As perdas foram classificadas como:

- Perdas por superprodução: Produção de itens na ausência de demanda, gerando perdas por excesso de estoque e de pessoal, além de custos com transporte pela movimentação do estoque. As perdas podem ser divididas em perdas quantitativas e perdas antecipadas. As perdas quantitativas são devido a produção além do programado e as perdas antecipadas decorrem da produção realizada antes do momento certo.
- Perdas por espera: Se caracteriza como perda quando um conjunto de itens aguardam por processamento, inspeção ou transporte. São associadas ao nivelamento e sincronização do fluxo de produção, de modo que gera uma espera dos colaboradores em desenvolver suas atividades e conseqüentemente uma queda da taxa de utilização dos maquinários e equipamentos.

- Perdas por transporte: São perdas quando os transportes não agregam valor ao produto, e sim custos. Para reduzir essa perda, é necessária a eliminação da movimentação de insumos, na qual é obtida através da otimização do *layout* do chão de fábrica e dos estoques.
- Perdas por processamento: São perdas na execução de atividades desnecessárias, onde tem a contribuição para o aumento do valor do produto final. A eliminação dessa perda pode ser feita ao questionar a necessidade real de produção para cada produto, sendo analisado se o processamento irá agregar valor para o cliente.
- Perdas por estoque: Ocorrem quando existem materiais em almoxarifados em número elevado, além do necessário. Pela falha na sincronização do prazo de entrega e o prazo de produção, os estoques são gerados. Para a sincronização dos mesmos, é necessário nivelar a produção, dando fluidez aos processos de produção.
- Perdas por movimentação desnecessária: São perdas decorrentes pela movimentação desnecessária por parte dos colaboradores na realização de suas atividades. Essas perdas são identificadas pela ausência da padronização das operações, na qual é essencial para racionalizar a movimentação dos colaboradores.
- Perdas por defeitos: Ocorre devido a fabricação de produtos que não atendem aos requisitos e especificações de qualidade. Para a redução dessa perda, é necessário a realização de inspeções, a fim de prevenir possíveis erros antes da sua ocorrência.

Segundo Womack e Jones (1998), a adoção do Lean Thinking pode trazer benefícios a curto prazo para a empresa, que são:

- Aumento da produtividade da mão de obra;
- Diminuição do estoque;
- Diminuição dos erros;
- Diminuição dos refugos da produção;
- Diminuição de acidentes;
- Diminuição de tempos de lançamento de novos produtos;
- Variedade maior de oferta de produtos.

Para o cliente final, o *Lean Thinking* também traz benefícios por meio da análise dos princípios e os desejos dos consumidores (WOMACK e JONES, 2005):

- Solução permanente de problemas dos clientes;
- Desperdício do tempo do cliente pode ser evitado;

- Oferecimento do que, onde e quando o cliente quiser.

2.1.1 Princípios do *Lean Thinking*

Womack e Jones (1998) estabeleceram cinco princípios para o *Lean Thinking*, que são descritos a seguir:

Valor: O valor é definido pelo cliente final. A partir das necessidades dos clientes, o valor deve ser especificado. Assim, as empresas buscam atender essas necessidades e cobrar um preço que irá viabilizar a manutenção no negócio e, dessa forma, aumentar os lucros da empresa através da melhoria contínua dos processos, melhoria da qualidade e redução de custos (WOMACK e JONES, 1998).

O Lean Thinking deve dar início por meio de uma tentativa consciente de definição do valor em relação a produtos específicos, capacidades específicas, preços específicos, através de diálogo com os clientes específicos (WOMACK e JONES, 1998).

De acordo com Hines *et al.* (2004), quando os desperdícios internos são reduzidos por meio da redução de atividades que geram custos desnecessários e desperdícios, o valor é criado. Além disso, o valor pode também ser aumentado quando são oferecidas facilidades adicionais ao cliente.

Fluxo de valor: É o conjunto de ações específicas que levam um produto específico a passar por três tarefas gerenciais críticas em um negócio, que são:

- Tarefa de solução de problema: Vai da concepção do produto até seu lançamento, passando pelo projeto detalhado e engenharia.
- Tarefa de gerenciamento da informação: Vai do recebimento até a entrega, sendo orientada por um cronograma.
- Tarefa de transformação física: Vai da matéria-prima até o produto final.

Segundo Womack e Jones (1998), na identificação do fluxo de valor, alguns pontos são observados, estes são separados em três grupos:

- Atividades que agregam valor: São atividades que de fato geram valor para o cliente, tornando o produto mais valioso.
- Atividades que não agregam valor: São atividades adicionais que devem ser eliminadas, já que são desnecessariamente desempenhadas. A execução dessas atividades são

indiferentes do ponto de vista dos clientes, de modo que as mesmas são desempenhadas somente para nutrir o sistema como foi desenhado.

- Atividades que não agregam valor, mas são necessárias: Essas atividades não agregam valor para o cliente final, porém são necessárias para desempenho do sistema produtivo. Já que essas atividades não são fundamentais para o cliente, elas devem estar sendo observadas para que se passem a serem desnecessárias, deverão ser eliminadas.

Vários desperdícios não são percebidos devido à ausência da consciência da importância de se verificar e analisar para concluir a real necessidade. Assim, o fluxo de valor deve ser analisado como um todo, de modo a expandir para todos os agentes da cadeia (WOMACK e JONES, 1998).

Fluxo: O fluxo busca uma visão sistêmica de todas as atividades que agregam valor para o produto. Para essa análise, se faz necessária estabelecer relações das atividades com os seus custos e durações, dos recursos com a quantidade de trabalho, caracterização e quantidade de materiais, e as classificações de equipamentos para desempenhar as tarefas.

Segundo Womack e Jones (2005), a produção organizada por departamentos e lotes pode parecer a escolha mais óbvia. Porém, a produção de grandes lotes, normalmente utilizado pelas empresas, onde os lotes são encaminhados para os próximos processos após serem acumulados em grandes estoques, não garante um fluxo contínuo, ou seja, não garante eficiência do processo. Assim, a produção em lotes acarreta vários desperdícios, já que quando se trabalhar continuamente no produto desde a matéria-prima até o produto acabado, as atividades podem ser desenvolvidas de maneira mais precisa e eficiente.

Puxar: Consiste em buscar entregar o produto no momento em que o cliente irá necessitar do mesmo. Na produção puxada, deve-se produzir somente quando o cliente solicitar, não segundo a previsão de consumo, já que o consumo real e a previsão não são os mesmos, o que pode gerar excesso de produção (BICHENO, 2000).

Segundo Womack e Jones (2005), ao se projetar, programar e fabricar o que o cliente deseja e quando necessita, pode-se deixar de lado as projeções de vendas e produzir o que os clientes lhes dizem que necessitam. Assim, os clientes puxam os produtos, quando preciso, no lugar das empresas empurrarem os produtos, que podem ser indesejados no momento. Desse modo, quando os clientes sabem que poderão adquirir os produtos quando bem entenderem, as demandas se tornam estáveis.

Perfeição: Com a aplicação dos quatro conceitos anteriores, as empresas começam a identificar quais processos da produção poderão ter reduções de custos, tempos, esforços e erros. Quando faz com que o valor flua mais rápido, os desperdícios ocultos são expostos. Ao puxar a produção, os obstáculos do fluxo são revelados, de maneira que permitirá a sua eliminação (WOMACK e JONES, 2005).

De acordo com Womack e Jones (2005), conceitualmente, a perfeição é impossível de se alcançar. Ela é um estado mental, na qual deve estar presente em todos os envolvidos para o empreendimento da produção enxuta. Para tanto, no meio empresarial existem técnicas disponíveis aplicadas em busca da perfeição. É preciso ter uma visão, selecionando as etapas importantes para chegar ao objetivo, deixando outras etapas para posterior. Não que elas não devam ser abordadas, mas é preciso seguir um princípio geral para se fazer uma coisa de cada vez, trabalhando de forma contínua nela, e finalizando-a, para que após se aplique às outras atividades de melhoria da mesma força para com as atividades de projeto, entrada de pedidos e produção.

A melhoria contínua e a perfeição andam juntos para o desenvolvimento de uma empresa que trabalhe de forma enxuta. A empresa enxuta não se deve acomodar com os resultados, ela deve estar revisando continuamente a cadeia de valor, de modo a buscar a proximidade do atendimento completo das necessidades dos clientes, bem como as suas expectativas, operando assim com o mínimo de desperdícios. Com essa busca pela perfeição, é possível que as empresas cheguem em um estado ótimo.

2.2 LEAN CONSTRUCTION

A filosofia *Lean Construction* surgiu nos anos 90, desenvolvido por Koskela (1992) a partir da adequação das características da produção enxuta para a construção civil, introduzindo um novo paradigma nos entendimentos dos processos produtivos desse setor.

O *Lean Construction* foi originado no Sistema Toyota de Produção, além de se basear em autores renomados como Juran, Deming e Feigenbam. Essa filosofia se aprimorou em concordância com o desenvolvimento de novas ferramentas, como o *Quality Function Deployment* – QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e o *Just-In-Time* (JIT) (KOSKELA, 1997).

O mesmo autor destaca a dificuldade para a aplicação direta de ferramentas sem o entendimento prévio dos conceitos gerais. Dessa maneira, é importante que se desenvolva novas ferramentas ou adapte as ferramentas existentes para as características e particularidades da construção civil.

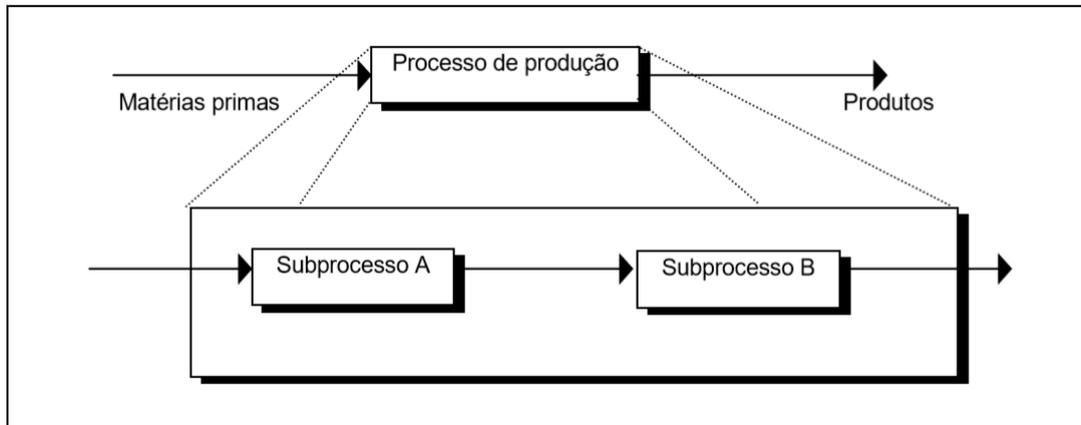
Para Richard (2012), os “produtos” na construção civil não são as edificações, e sim os sistemas construtivos. O sistema construtivo industrializado tem como formação um conjunto de regras e partes coordenadas, na qual os detalhes construtivos já possuem solução antes da concepção e a sua aplicação em um empreendimento. Chirinéa (2017) complementa afirmando que para a construção de uma edificação não se deveria reinventar a cada novo projeto, o que é bem distante do cenário da construção civil do Brasil, na qual as soluções do empreendimento são definidas em campo.

Com a orientação da manufatura, a construção tem como tarefa se reconceituar como fluxo. Os fluxos de informação, material, trabalho do projeto e da construção devem ser identificados e medidos em relação a suas perdas internas, duração e o valor em que saem. Dessa maneira, a utilização de um novo método gerencial se faz necessário para melhorar esses fluxos. Assim, um ponto fundamental para *Lean Construction* é a palavra de ordem **FLUXO** (KOSKELA, 1996).

De acordo com Koskela (1992), a produção pode ser definida como um fluxo de materiais e/ou informações que vão desde a matéria-prima ao produto final, importante para a redução de desperdícios de valores nos canteiros de obras.

Na construção civil, o modelo conceitual que possui maior predominância é o modelo de conversão, na qual as atividades de conversão realizam a transformação dos insumos em produtos finais. Esse modelo tem como características um processo de produção que pode ser subdividido em subprocessos; ao se reduzir custos de um processo, minimiza-se separadamente os custos dos subprocessos; e em subprocesso, o valor do produto se baseia somente nos custos dos seus insumos (BIOTO *et al.*, 2015). A figura 1 ilustra o modelo das atividades de conversão.

Figura 1: Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional



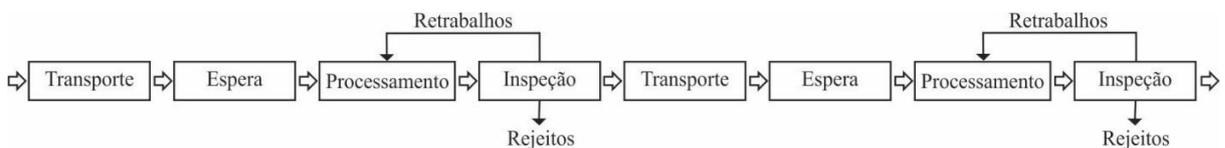
Fonte: FORMOSO, 2002.

Na Construção Enxuta, a geração de valor também se apresenta como uma característica nos seus processos, sendo relacionado diretamente com a satisfação do cliente. Dessa forma, quando as atividades de processamento convertem insumos em produtos solicitados por clientes internos e externos, o processo gera valor (FORMOSO, 2002).

O novo modelo de produção define que a produção é um fluxo de materiais e informações que vão da matéria-prima até o produto final. No fluxo, os materiais podem estar em processamento, sendo inspecionado, em espera ou em movimentação.

No modelo proposto por Koskela (1992), o *Lean construction* leva em conta as atividades de fluxo, as quais não agregam valor ao produto: transporte, espera, processamento e inspeção, como ilustrado na figura 2.

Figura 2: Modelo de Fluxo



Fonte: KOSKELA, 1992.

No fluxo, o material pode estar em processo, inspeção, movimentação ou em espera. As atividades de processamento representam a conversão do sistema de produção, enquanto as de inspeção, movimentação e de espera caracterizam o fluxo de produção. Os processos de fluxo são representados pelo valor, tempo e custo. As atividades de processamento, em sua maioria,

trazem a agregação de valor para o produto, de modo que o valor se refere ao atendimento das necessidades do cliente

Como o setor da construção civil é complexo e diversificado, onde em várias etapas do projeto atuam com uma variedade de agentes, o resultado são diversos fluxos nos processos e a interação entre agentes conforme encaminha o empreendimento. Com a identificação dos fluxos, é possível relacionar a indústria da manufatura com a indústria da construção civil, sendo aplicado os conceitos do *Lean Thinking* (PICCHI, 2003).

2.2.1 Onze princípios do lean construction

A filosofia *Lean Construction* se baseia, além de conceitos básico, em um conjunto de onze princípios como forma de planejamento e controle da produção, de maneira a atender os prazos, custos e qualidade (KOSKELA, 1992).

- Redução de participação de atividades que não agregam valor: Segundo Koskela (1992), em um processo, existem dois tipos de atividades, as que agregam valor e as que não agregam valor ao produto. As atividades que agregam valor têm como característica converter materiais ou informações em valores para o cliente. Em contrapartida, as atividades que não agregam valor acarretam desperdícios, de modo que os mesmos consomem tempo, espaço e recursos. Dessa forma, é necessário a identificação dessas atividades, buscando assim, elimina-las ou reduzi-las.
- Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes: O valor é gerado como consequência do atendimento das necessidades dos clientes, não sendo inerente do processo de conversão. Considera-se cliente como sendo o consumidor final do produto ou a próxima atividade em um processo. Assim, esse princípio busca identificar os clientes internos de cada etapa da produção, bem como as suas necessidades, e também realizar a identificação e análise dos requisitos dos clientes finais, de maneira a se considerar na gestão da produção e para o desenvolvimento do produto (KOSKELA, 1992).
- Reduzir a variabilidade: De acordo com Bioto *et. al.* (2015), a variabilidade é dividida em três tipos: Variabilidade nos processos anteriores, na qual é relacionada com os fornecedores do processo; Variabilidade no próprio processo, que está relacionada com a execução de um processo; e Variabilidade de demanda, que se relaciona com os requisitos e necessidades dos clientes do processo. Shingo (1996), afirma que para a

redução da variabilidade é necessário a padronização de procedimentos, tanto nas atividades de conversão quanto nas atividades de fluxo.

- Reduzir o tempo de ciclo da produção: O tempo de ciclo consiste no somatório de todas as durações das etapas de um processo, seja com o processamento, transporte, espera e inspeção. Assim, esse princípio busca a redução dos prazos de execução das atividades, bem como a eliminação das atividades de fluxo. Com isso, a entrega do produto para o cliente final se torna mais rápida, além de contribuir com a facilidade para o controle dos processos, aumentando o efeito de aprendizado e tornando as demandas futuras mais precisas (KOSKELA, 1992).
- Simplificar por meio da redução do número de etapas: Em um processo produtivo, quanto maior o número de etapas, maior o número de atividades que não agregam valor. Dessa maneira, deve-se simplificar os processos, através da redução de atividades existentes no fluxo de materiais e informações. Para a redução das etapas, pode-se realizar ações como a utilização de uma mão de obra polivalente, na qual permite melhorar o atendimento das necessidades dos clientes finais (KOSKELA, 1992).
- Aumentar a flexibilidade de saída: De acordo com Koskela (1992), consiste na possibilidade de alteração das características finais do produto, sem aumento significativos de custos e levando em conta as necessidades dos clientes. Algumas abordagens podem ser utilizadas, como a adoção de tecnologias construtivas que se ajustem com maior facilidade, redução do tamanho dos lotes para a redução do tempo de ciclo, customizar os produtos em um tempo mais tardio possível e o emprego de uma mão de obra polivalente.
- Aumentar a transparência do processo: Com a transparência dos processos produtivos, tem-se a possibilidade de diminuir a ocorrência de erros. Essa redução de erros se deve que com esse princípio, os problemas se tornam mais fácil de se visualizar, podendo haver uma correção. Para isso, os ajustes do arranjo físico e a utilização de controles visuais se demonstram como formas de alcançar a visualização de possíveis distorções no processo, reconhecendo de imediato as divergências. Além disso, pode-se utilizar procedimentos que estimulem a arrumação e eliminem a desordem, como a ferramenta 5S (KOSKELA, 1992).
- Focar o controle no processo completo: A partir do controle de todo o processo, é possível identificar e corrigir os desvios que podem interferir para a entrega da obra (BERNADES, 2003). Segundo Koskela (1992), a utilização de elementos responsáveis

pelo processo e o emprego de colaboradores auto gerenciáveis possibilita controlar o processo de produção.

- Introduzir melhoria contínua no processo: Para aumentar a agregação de valor aos produtos e reduzir os desperdícios dos processos, o esforço deve ser realizado de forma contínua. Alternativas com estabelecimento de metas, estímulo da mão de obra por meio de recompensas e desafios para o seu desenvolvimento, e atuação nas causas dos problemas, não somente nos efeitos, permitem institucionalizar a melhoria contínua em uma empresa (KOSKELA, 1992).
- Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões: As atividades de conversão e de fluxos apresentam diferentes potenciais para melhoria. De modo que a utilização de novas tecnologias tem maior impacto nas atividades de conversão, enquanto para as atividades de fluxo é necessário o maior tempo, sendo iniciada com investimentos pequenos (KOSKELA, 1992).
- Benchmarking: Por meio de comparações com resultados de processos melhores, se estabelece metas e ações. É um processo de aprendizado com líderes de mercado, na qual se realiza um levantamento dos melhores métodos e conceitos, a fim de adaptar ao cenário da empresa (KOSKELA, 1992).

2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

Segundo Formoso (2002), o planejamento constitui de um processo de tomada de decisão, na qual é realizada a fim de antecipar uma ação futura, envolvendo o estabelecimento de metas e meios para alcançá-las. Para Slack (1997), o planejamento é uma garantia de que a produção seja eficiente e capaz de produzir os serviços conforme o projeto. Para isso, é necessário que os recursos da produção estejam disponíveis, em relação à quantidade certa, no momento certo e no nível de qualidade certo.

O planejamento e controle da construção está relacionado com a eficiência de gerir uma obra, sendo um processo administrativo. Para o gerenciamento da construção, o planejamento da produção se faz de extrema importância, tendo como função uma administração básica e sendo detalhado em três níveis gerenciais: Nível estratégico, tático e operacional (LAUFER e TUCKER, 1987).

No nível estratégico, as tomadas de decisões são realizadas a longo prazo. Devido à incerteza proporcionadas no ambiente produtivo, o nível estratégico deve apresentar um baixo grau de

detalhamento. Nessa fase, são definidos o escopo do projeto e metas do empreendimento em relação a qualidade, custo e tempo.

Segundo Mattos (2010), essa etapa de planejamento não é indicada para a condução diária de uma obra, já que o mesmo apresenta com um caráter genérico. Nesse nível são identificados o momento certo para realizar as compras de materiais que necessitam de um tempo maior para a aquisição.

No nível tático, o planejamento é realizado em médio prazo, na qual permite identificar e selecionar, partindo do nível estratégico, quais são as atividades a serem executadas nas semanas seguintes (BALLARD e HOWELL, 1997). Segundo Assumpção (1996), nesse planejamento as decisões são tomadas em relação as datas de início e fim das etapas do empreendimento, o sequenciamento de execução, questões sobre o fornecimento de material e a mão de obra que irá realizar as atividades.

De acordo com Mattos (2010), esse nível também não é indicado para acompanhamento diários da obra, porém possibilita identificar as restrições que podem influenciar os processos de produção, assim mapeando os fatores que possam inferir para que o processo se desenvolva diferente do planejamento. Segundo o mesmo autor, o planejamento a médio prazo permite agrupar os trabalhos independentes, tendo uma supervisão compartilhada, além da identificação de um estoque de pacotes de trabalho, que servem como alternativa na ocorrência de problemas com os que foram designados para as equipes de produção.

O nível operacional trata-se do planejamento a curto prazo, realizada para a equipe da obra. Tem como objetivos o estabelecimento de metas claras e imediatas, possuindo o alcance semanal ou quinzenal. Por ser um planejamento realizado próximo ao início das atividades, esse nível apresenta um grau de detalhamento alto. Além disso, essa etapa é ideal para a identificação das causas dos atrasos e não cumprimento das atividades e tarefas, permitindo o monitoramento da obra e a emissão de relatórios que informam o progresso dos serviços. Também tem como definição *Last Planner System* (LPS), onde as equipes da obra se adequam o planejamento de longo e médio prazo com a realidade do empreendimento (MATTOS, 2010).

De acordo com Laufer e Tacker (1987), o planejamento deve conter um grau de detalhamento correto, para auxiliar a orientação das atividades desenvolvidas, de modo que o excesso de detalhes pode ocasionar consequências como a elevação de custo do empreendimento, a falta de uma visão clara do projeto, consumo de tempo de monitoramento e replanejamento devido a atualização frequente de dados, e estimativas imprecisas das informações.

2.4 LAST PLANNER SYSTEM

O *Last Planner System* é uma ferramenta para a implementação do *Lean Construction*, sendo que pode ser definida como um conjunto de processos e regras que visam facilitar a implementação desses procedimentos (MOURA, 2008). De acordo com o mesmo autor, o LPS tem como objetivo a proteção da produção contra as ações externas que podem afetar e prejudicar o andamento de uma obra, como a falta de equipamentos, falha na programação de materiais, absenteísmos, entre outros.

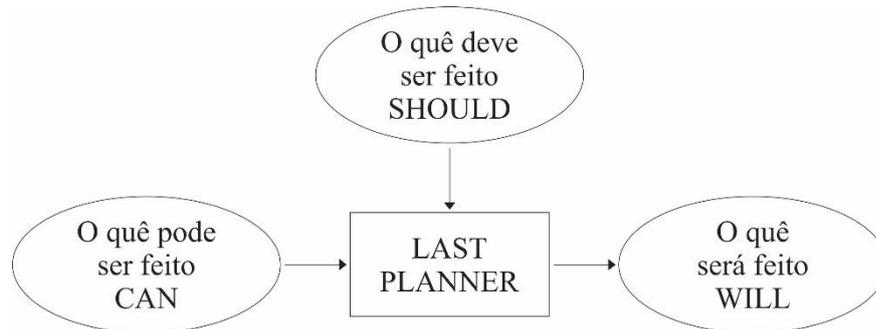
O LPS cria um ambiente que fornece confiabilidade no local da produção por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho, facilitando a aprendizagem e contribuindo com a estabilização do sistema de produção (BALLARD, 2000).

Segundo Ballard e Howell (1997), na última etapa do planejamento de curto prazo, são tomadas as decisões relacionadas com o fluxo de trabalho, como pequenos ajustes no que dizem respeito ao sequenciamento das equipes, o cumprimento das tarefas e a disponibilidade de recursos de materiais, equipamentos e mão de obra.

O LPS aborda a importância dos responsáveis pelo planejamento de curto prazo, bem como o comprometimento das atividades. Esses responsáveis são chamados de “últimos planejadores” (BALLARD, 1994). Dessa maneira, em vez de considerar somente o controle do empreendimento de forma global, que tem como objetivo o cumprimento de metas fixas, também se deve focar nas unidades de produção, buscando a melhoria dos planejamentos e a definição de ações para corrigir os problemas encontrados (BALLARD e HOWELL, 1997).

Dessa forma, os últimos planejadores preocupam-se em garantir que as atividades sejam iniciadas, levando em consideração os seus pré-requisitos e as suas resoluções em tempo útil, sendo definido o que será feito. Assim, o LPS cria um elemento mediador na etapa de planejamento, na qual analisa as condições dos serviços, a rede de precedência e o ciclo para cada serviço, para que possa ponderar as ações que devem ser feitas com as que podem ser feitas, a fim de definir quais ações serão de fato executadas (BOAS, 2004). A figura 3 ilustra a estrutura do *Last Planner System*.

Figura 3: Processo de Planejamento *Last Planner System*



Fonte: Adaptado de BALLARD (2000)

Mesmo que o trabalho planejado pelo Last Planner se apresente no nível da execução, ou seja, o nível mais baixo do projeto, isso não significa a perda da visão do cronograma que é produzida por essa ferramenta. Isto é, o cronograma *Lean* tem como abordagem as ineficiências da construção, com foco a produtividade de todo o processo, não apenas das atividades individuais (GRENHO, 2009).

De modo que o período para o planejamento entre os responsáveis das equipes da produção é realizado semanalmente, se faz necessário o uso de indicadores para o controle do projeto. São utilizados dois indicadores: (1) Percentual de Planejamento Concluído (PPC), que é a relação entre o número de atividades concluídas e o número de atividades planejadas; (2) as causas do não cumprimento das atividades (BALLARD, 2000). A equação 1 apresenta a base de cálculo para o PPC.

$$\text{PPC} = \frac{\text{ATIVIDADES CONCLUÍDAS}}{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS}} \quad (\text{Equação 1})$$

O PCC indica as inconformidades para o LPS, o que possibilita identificar as causas dos problemas atuais, podendo implementar medidas para a prevenção dos problemas que poderão surgir. Assim, com a definição de um nível mínimo aceitável para o PPC, pode-se manter as expectativas de resultados dos níveis superiores, aprimorando o reflexo, reduzindo o tempo de resposta para as correções, e possibilitando alertar para os problemas futuros (BALLARD, 2000).

2.5 BPMN

De acordo com OMG (2011) o *Business Process Model and Notation* (BPMN) é um conjunto de representações gráficas que tem como objetivo representar um processo de negócio, promovendo recursos e elementos para modelar os processos.

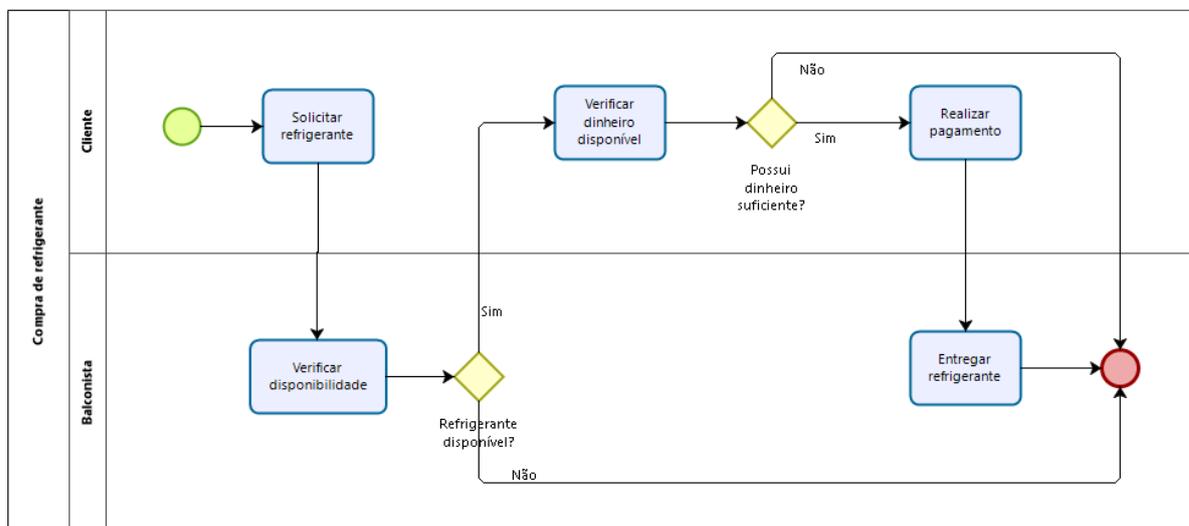
O BPMN possui como foco fornecer uma notação que facilite o entendimento a todos que estão envolvidos no negócio, realizando uma ligação do processo e a sua implementação. Dessa maneira, se tem a padronização do modelo de negócio, permitindo que os usuários, desenvolvedores e as partes interessadas entendam de uma forma fácil (OMG, 2011).

Segundo White e Derek (2009), com o BPMN é possível representar três modelos de processos:

- Mapa de processos: Diagramas de fluxos de atividades, com o detalhamento das atividades e as condições para executá-las.
- Descrição de processos: Descrever as informações mais completas dos processos, como dados, pessoas envolvidas e outras informações.
- Modelo de processos: Diagramas mais detalhados do fluxo, com informações que permitem analisar e simular um processo.

A figura 4 demonstra um exemplo de processo desenhado no BPMN.

Figura 4: Exemplo de processo desenhado no BPMN



Fonte: Adaptado Sganderla (2012)

Apesar da ferramenta possuir vários elementos, são mais utilizados apenas quatro para realizar uma modelagem de processos de negócio: eventos, atividades, operadores lógicos e conectores. Com esses elementos é possível a construção de um modelo expressivo, fazendo com que essa ferramenta seja de fácil aprendizado e utilização (VALLE e OLIVEIRA, 2009).

Na tabela 1 são apresentados os elementos básicos do BPMN.

Quadro 1: Elementos do BPMN

Elemento	Descrição	Notação
Evento	Um evento é algo que acontece durante um processo de negócio. Os eventos afetam o fluxo do processo, possuindo uma causa ou impacto. Existem três tipos de eventos: início, intermediário e fim.	 <p>Evento de início Evento intermediário Evento de fim</p>
Atividade	Representa um trabalho que será realizado em um processo de negócio. Há três tipos de atividades: tarefas, subprocessos e processos.	 <p>Tarefa Subprocesso Processo</p>
Operador lógico	O operador lógico é utilizado para ramificar e controlar os fluxos. Os tipos de operadores lógicos são: decisão inclusiva, fluxo paralelo e decisão exclusiva. A decisão inclusiva ocorre quando as tarefas podem ou não serem realizadas simultaneamente. O fluxo paralelo acontece quando as tarefas podem ser feitas simultaneamente. A decisão exclusiva é utilizada para dividir um evento, gerando ramificações.	 <p>Decisão inclusiva Fluxo paralelo Decisão exclusiva</p>
Conectores	São utilizados para mostrar a ordem em as tarefas serão executadas, de modo garantir a sequência do fluxo. O fluxo de mensagem é usado para mostrar o fluxo de mensagens entre dois elementos. A associação é usada para associar dados,	 <p>Direção da sequência do fluxo Direção do fluxo de mensagem Associação de elementos</p>

	informações e textos com os objetos do fluxo	
--	--	--

Fonte: Autor, 2018.

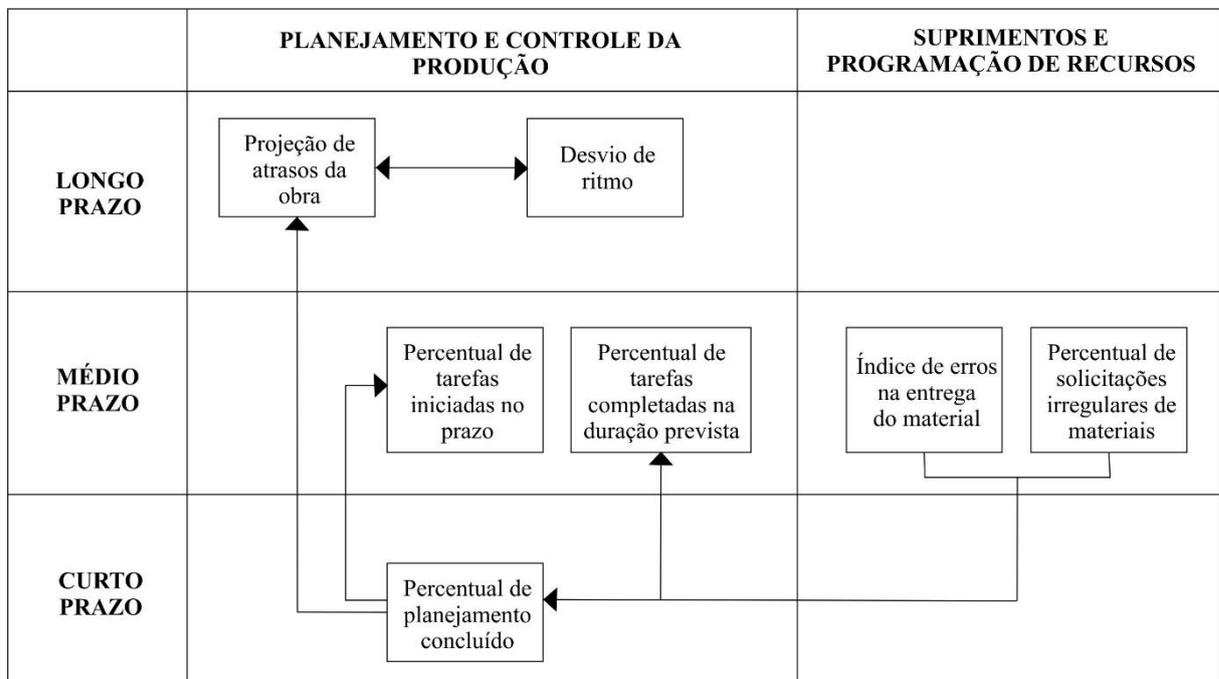
2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO

Segundo Barros (2005), o desempenho de uma empresa pode ser melhorado a partir da implementação de sistemas de medição de desempenho, o qual deve ser alinhado com as metas e objetivos da organização. Assim, a medição de desempenho constitui um sistema que apoia o planejamento, controle, solução de problemas e o desenvolvimento de melhorias.

Para uma empresa que utilize os princípios da construção enxuta em seus processos, se faz necessário estruturar um sistema de medição de indicadores de desempenho que esteja conforme os princípios considerados mais importantes (LORENZON, 2008).

A figura 5 ilustra os indicadores de planejamento e controle da produção conforme os períodos de tempos.

Figura 5: Indicadores de Planejamento e Controle da produção



Fonte: Lantelme et al., 2001.

No planejamento a longo prazo, são definidos os ritmos em que os processos de produção serão executados. Essa definição é realizada por meio da avaliação da capacidade, volume de

produção e tecnologias entre as atividades. Nesse horizonte de planejamento são utilizados os indicadores de projeção de atrasos da obra e o desvio de ritmo (LANTELME et al., 2001).

Segundo Lantelme et al. (2001), o planejamento de médio prazo estabelece a relação entre o plano mestre e os planos operacionais, onde os serviços que são definidos no plano mestre serão detalhados em pacotes de tarefas a serem executadas. Os indicadores utilizados nesse horizonte de planejamento para o planejamento e controle de produção são o percentual de atividades iniciadas no prazo, percentual de atividades cumpridas na duração prevista. Para o suprimentos e programação de recursos são utilizados o índice de erros na entrega dos materiais e percentual de solicitações irregulares de material.

De acordo com Lantelme et al. (2001), o planejamento de curto prazo orienta diretamente a execução, onde os ciclos são semanais e as atividades são fracionadas em lotes menores (pacotes de trabalho). Os pacotes de trabalhos são distribuídos à equipe de execução conforme a ordem de prioridade. Para esse horizonte de planejamento é utilizado o indicador percentual de planejamento concluído.

Na tabela 2 são demonstrados os indicadores utilizados no canteiro de obras, bem como as fórmulas de cálculo.

Quadro 2: Indicadores de desempenho

Indicador	Fórmula de cálculo
Desvio de custo acumulado	$\frac{\text{CUSTO REAL} - \text{CUSTO PREVISTO}}{\text{CUSTO PREVISTO}} \times 100 \quad (\%)$
Desvio de prazo da obra	$\frac{\text{PRAZO REAL} - \text{PRAZO PREVISTO}}{\text{PRAZO PREVISTO}} \times 100 \quad (\%)$
Percentual de Planejamento Concluído	$\frac{\text{PACOTES DE TRABA LHO CONCLUIDOS}}{\text{PACOTES DE TRABALHOS PLANEJADOS}} \times 100$
Percentual de tarefas iniciadas no prazo	$\frac{\text{NÚMEROS DE TAREFAS INICIADAS NO PRAZO}}{\text{NÚMERO DE TAREFAS}} \times 100$
Percentual de tarefas completas na duração prevista	$\frac{\text{NÚMEROS DE TAREFAS FINALIZADAS NO PRAZO}}{\text{NÚMERO DE TAREFAS}} \times 100$
Índice de não conformidades	$\frac{\text{NÚMERO DE NÃO CONFORMIDADES}}{\text{NÚMERO DE VERIFICAÇÕES}} \times 100$

Índice de retrabalhos	$\frac{\text{TOTAL DE SERVIÇOS REPETIDOS}}{\text{TOTAL DE SERVIÇOS REALIZADOS}} \times 100$
Índice de remoção de restrições	$\frac{\text{NÚMERO DE RESTRIÇÕES REMOVIDAS}}{\text{NÚMERO TOTAL DE RESTRIÇÕES PLANEJADAS}}$
Índice de erros na entrega de materiais	$\frac{\text{NÚMERO DE ERROS NA ENTREGA}}{\text{NÚMERO DE MATERIAIS SOLICITADOS}} \times 100$
Percentual de solicitações irregulares de material.	$\frac{\text{NÚMERO DE MATERIAIS FORA DO PRAZO}}{\text{NÚMERO DE MATERIAIS SOLICITADOS}} \times 100$

Fonte: Autor, 2018.

3 METODOLOGIA

O presente estudo tem caráter qualitativo, tendo a estratégia de estudo de caso de Yin (2001). De acordo com esse autor, o estudo de caso é adequado para a realização de estudos gerenciais e organizacionais.

O estudo de caso é uma investigação empírica, o qual tem a função de investigar um fenômeno contemporâneo em um contexto da realidade, sendo empregado quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são definidos com clareza (Yin, 2001).

A figura 6 representa o fluxograma da metodologia, ou seja, quais são os procedimentos utilizados nesse trabalho.

Figura 6: Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autor, 2018.

Dessa forma, o estudo foi dividido em três etapas principais: descritiva, prática e analítica.

Primeiramente, a etapa descritiva consiste na realização de uma pesquisa bibliográfica em artigos, dissertações e teses, acerca dos conceitos e ferramentas referentes ao *Lean Thinking* e

ao *Lean Construction*. Essa fase contém a seleção de informações sobre o tema, bem como o entendimento das mesmas, a fim de chegar em uma base para desenvolver as próximas fases. Busca-se o levantamento das informações relacionadas ao cenário da construção civil no Brasil, de modo a compreender quais as necessidades, pontos fortes e fracos, oportunidades e restrições.

Através do entendimento disso, é possível a adaptação dos conceitos do *Lean Thinking* e o *Lean Construction*, para apoiar os princípios de valor, fluxo de valor, o estabelecimento de um fluxo, a produção puxada, e a busca da perfeição. Esses princípios foram elaborados por Womack e Jones (1998).

Através do levantamento de oportunidades de melhoria e com o auxílio de profissionais da área, a próxima etapa, a prática, busca compreender a viabilidade da aplicação dos conceitos e técnicas estudadas com a realidade do canteiro de obra, de modo a adaptar os projetos e métodos de trabalho, a fim de se obter benefícios das técnicas propostas. Com isso, realiza-se o mapeamento do processo atual, permitindo identificar o fluxo das atividades e como elas se relacionam.

A fase analítica consiste na realização de uma análise da aplicação dos conceitos e ferramentas definidos na fase descritiva, sob as peculiaridades encontradas na segunda fase. Assim, propõem-se o mapeamento do processo futuro com melhorias, de modo a desperdício e aplicar os princípios do LC.

Por fim, desenvolve-se uma conclusão, de maneira a apresentar para a empresa uma base para realizar a elaboração de um projeto que busca a melhoria dos processos e procedimentos, desde do planejamento até o controle.

Para tanto, no estudo de caso utiliza-se da ferramenta BPMN para realizar o mapeamento dos processos da gestão de obras de pequeno porte, a fim de analisar os fluxos dos processos da obra, permitindo identificar falhas, pontos de melhorias e propor alterações nos fluxos.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de arquitetura com sede em Dourados – MS, tendo como foco principal a concepção de projetos arquitetônicos, e em menor escala, a gestão de obras de pequeno porte. A empresa possui 9 estagiários, sendo 4 acadêmicos de arquitetura e 5 acadêmicos de engenharia.

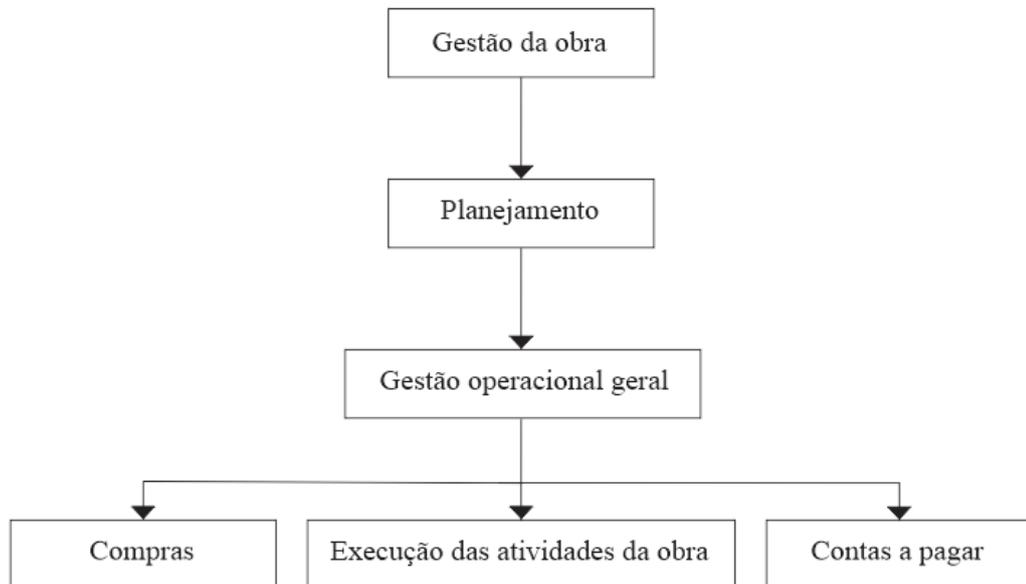
A empresa é dividida em seis setores:

- **Arquitetura:** Responsável pela concepção de projetos e a idealização de espaços para os usos humanos;
- **Gestão do escritório:** Responsável pelo planejamento das atividades, bem como a produtividade do escritório;
- **Gestão da obra:** Responsável pelo planejamento e controle das atividades da obra de construção civil, orçamentos dos projetos, acompanhamento e medições da obra;
- **Compras:** Responsável pela realização de orçamentos e negociação com fornecedores;
- **Financeiro:** Responsável pelos pagamentos e recebimentos de contas;
- **Equipe de execução:** Responsável pela execução das atividades da obra.

4.2 MAPEAMENTO DOS PROCESSOS

Após a finalização dos projetos arquitetônicos, a empresa apresenta a opção da realização da gestão da obra ao cliente. O foco principal para o estudo desse trabalho foi a execução das obras e os processos de suporte que o apoiam. Para realizar o mapeamento dos processos da empresa, foram realizadas visitas na obra para analisar o desenvolvimento das atividades. Assim, estruturou-se a cadeia de valor, bem como os processos de suporte apresentados na figura 7.

Dessa forma, foi realizado o mapeamento dos processos principais da empresa para a gestão de obras, sendo esses: Planejamento, Execução da obra, Compras e Execução das atividades da obra.

Figura 7: Fluxograma da Gestão da obra

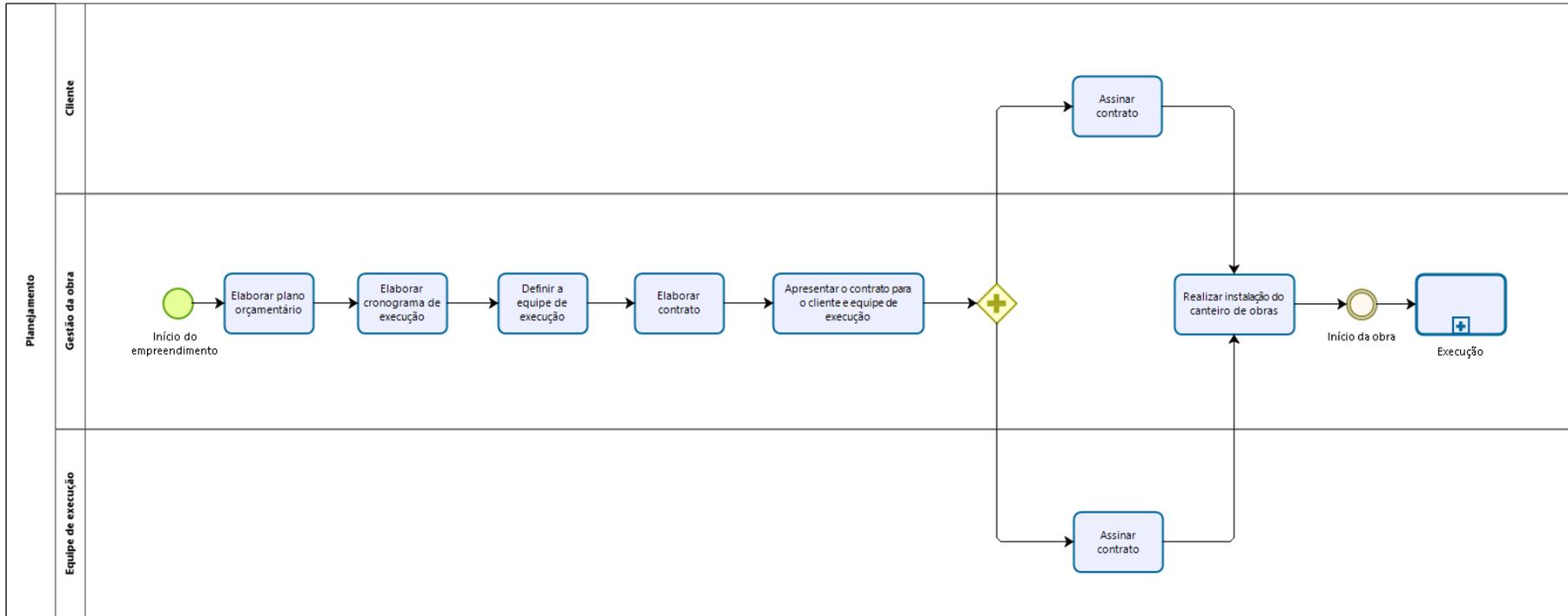
Fonte: Autor, 2018.

O detalhamento das etapas é descrito nos próximos tópicos.

4.2.1 Planejamento

Após a confirmação na realização da gestão da obra por parte do cliente, é dado início ao empreendimento, onde primeiramente é realizado o plano orçamentário, que conta com os custos de matéria-prima, mão de obra e os serviços de gestão da obra. Após, desenvolve-se o cronograma de execução para que se possa controlar os prazos e se ter uma previsão de entrega. Em seguida é definido a equipe que irá desenvolver as atividades de execução, sendo composta por mestre de obras, pedreiros, auxiliares de pedreiros, armador de ferragens, encanadores e eletricitistas. A partir disso, elabora-se um contrato para que todas as partes interessadas assinem, contando com os custos envolvidos, previsão de entregas e obrigações de ambas as partes. Posteriormente, realiza-se as instalações do canteiro de obra, definindo o melhor layout que se adeque às necessidades da obra. Assim, pode-se dar início a obra e começar o próximo processo, o de execução. A figura 8 representa o fluxo real do processo de Planejamento.

Figura 8: Fluxo atual - Planejamento



Fonte: Autor, 2018.

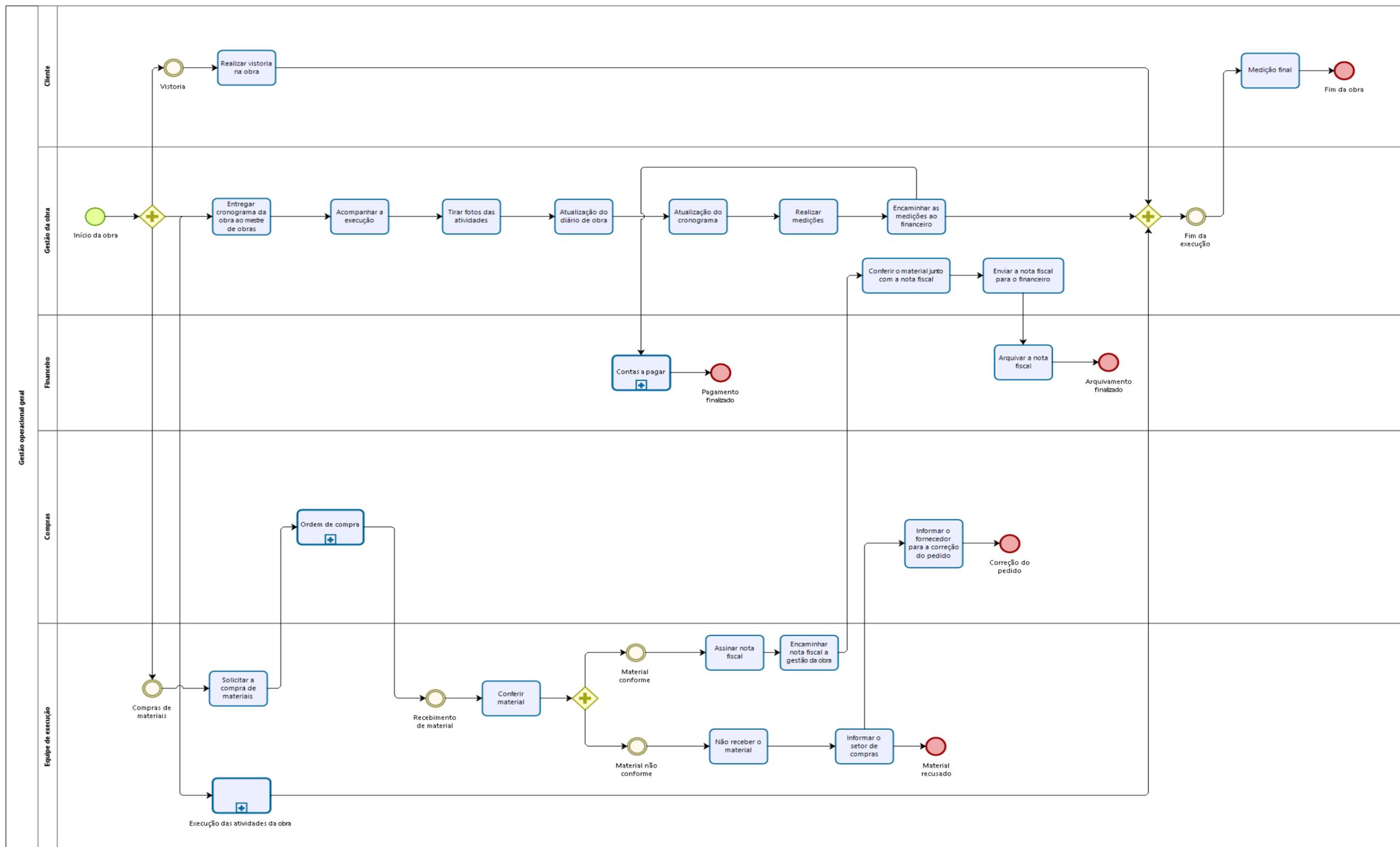
4.2.2 Gestão operacional geral

Essa etapa inicia-se com a gestão da obra entregando o cronograma ao mestre de obras, para que se possa ter uma estimativa dos prazos de entregas. Ao longo da obra, é realizado o acompanhamento das atividades, permitindo verificar algumas não conformidades. Assim, deve-se documentar todo o desenvolvimento do empreendimento através de fotografias, diário de obras e atualizações do cronograma. Em seguida realiza-se medições do percentual de conclusão das etapas da obra, o qual permite analisar como está o andamento da obra e realizar o pagamento da equipe de execução. Na sequência, é encaminhado as medições ao financeiro, para que o mesmo possa realizar os pagamentos dos colaboradores do empreendimento.

Com a entrega do cronograma ao mestre de obras, é dado início ao processo de compra dos materiais. A compra de materiais é feita mediante à solicitação por parte da equipe de execução ao setor de compras da empresa. O subprocesso de compra é detalhado no próximo tópico. Após a realização da compra, recebe-se o material no canteiro de obras, onde é feita a conferência para verificar se está em conformidade com o que foi solicitado. A conferência é realizada com auxílio da nota fiscal, caso esteja conforme, assina-se a nota fiscal e a encaminha para o setor da gestão da obra para uma outra conferência do material. Em seguida, encaminha-se a nota fiscal para o setor financeiro para o arquivamento. Porém, caso os materiais recebidos não estejam conforme, é recusado e informa-se ao setor de compras, o qual entra em contato com o fornecedor para correção do pedido. A avaliação da conformidade dos itens não segue um padrão estabelecido.

Com todas atividades envolvidas finalizadas, realiza-se a medição final por parte do cliente, que tem como objetivo verificar as conformidades. Chegando assim, ao fim da obra. A figura 9 ilustra o fluxo real do processo da gestão operacional geral. Em relação à atividade de contas a pagar, o retorno do fluxo não está relacionado em questão do tempo, e sim devido ao arranjo visual do mapa.

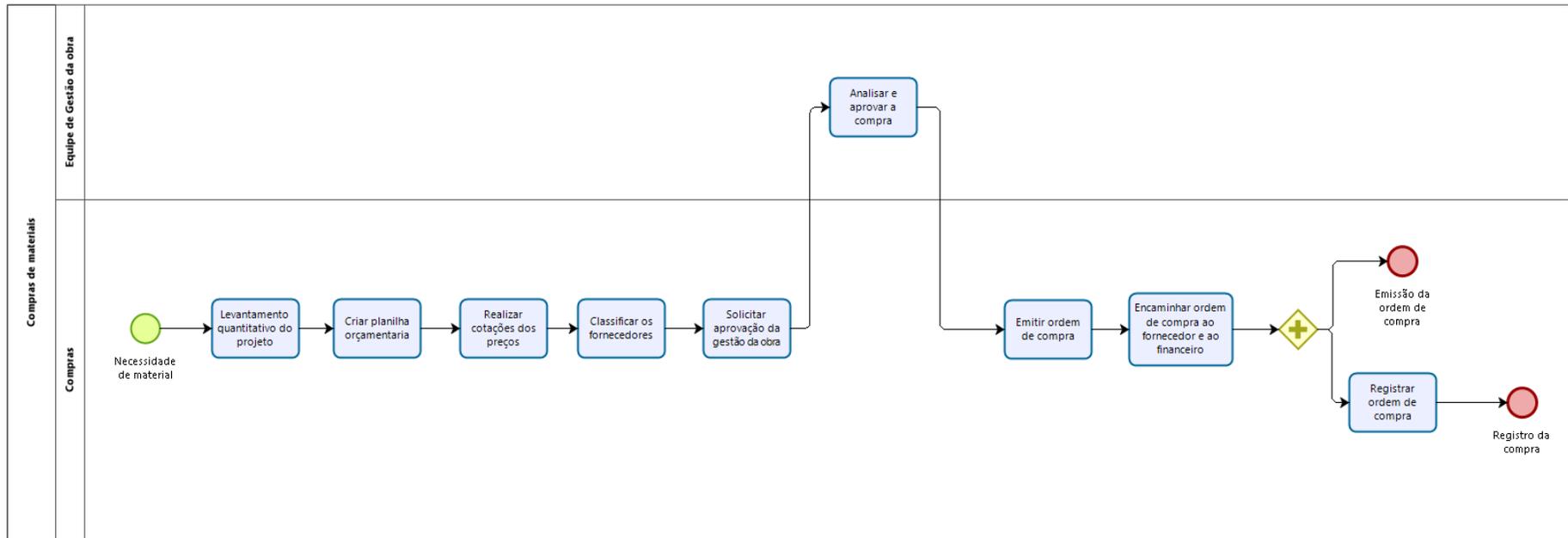
Figura 9: Fluxo atual – Gestão operacional geral



4.2.3 Compras

Visto a necessidade de materiais, realiza-se o levantamento quantitativo a partir do projeto, resultando em uma planilha orçamentária. O próximo passo é realizar a cotação dos preços dos materiais com os fornecedores para compor a planilha. A cotação deve ser realizada com o mínimo 3 fornecedores, de modo que se possa avaliar e classificar qual possui a melhor proposta relacionada com os preços e prazo de entrega. Em seguida, a gestão da obra deve aprovar as compras a partir dos critérios mencionados. Posteriormente, o setor de compras emite uma ordem de compra, encaminhando-a para o fornecedor e o setor financeiro. Por fim, é realizado o registro da ordem de compra no sistema da empresa. A figura 10 demonstra o fluxo real do processo de Compras de materiais.

Figura 10: Fluxo atual – Compras de materiais



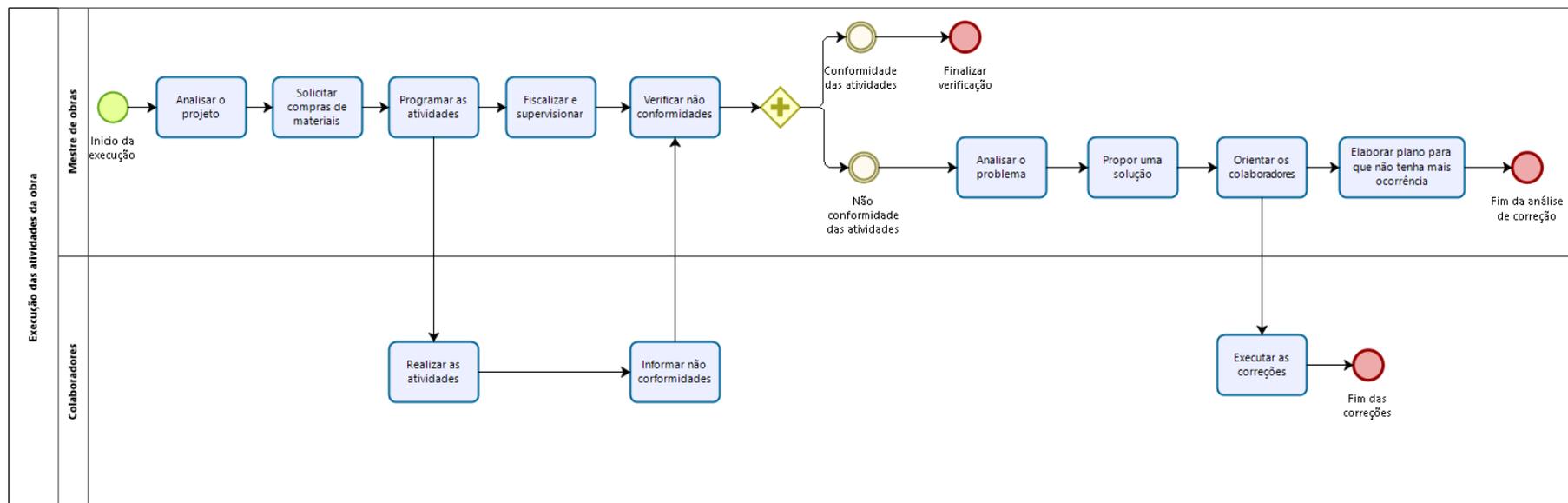
Fonte: Autor, 2018.

4.2.4 Execução das atividades da obra

Com início da execução da obra, o mestre de obras analisa o projeto e faz a solicitação dos materiais o qual irá necessitar para o desenvolvimento das atividades. Assim, ele possui a função de programar o que será feito, delegando quem irá executar cada atividade. Com o andamento da obra, realiza-se a fiscalização e a supervisão, permitindo controlar os processos construtivos. Durante a execução das atividades, é realizado verificações para analisar as conformidades. Na situação de não conformidade, deve-se analisar o problema para que possa propor uma solução satisfatória e orientar a equipe na execução das correções. Após é elaborado um plano para que não ocorra mais a não conformidades.

A equipe da obra possui a função de realizar as atividades programadas. Em alguma situação de não conformidade, a equipe tem a autonomia de informar ao mestre de obra, de modo que o mesmo possa propor uma solução. A figura 11 demonstra o fluxo atual do processo de execução das atividades da obra.

Figura 11: Fluxo real – Execução das atividades da obra



Fonte: Autor, 2018.

4.3 ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS

Após o mapeamento dos processos da construção da residência foi realizado uma análise, a fim de identificar pontos de melhorias nos processos e eliminar eventuais desperdícios. Assim, realizou-se o redesenho dos processos. As proposições são destacadas em vermelho.

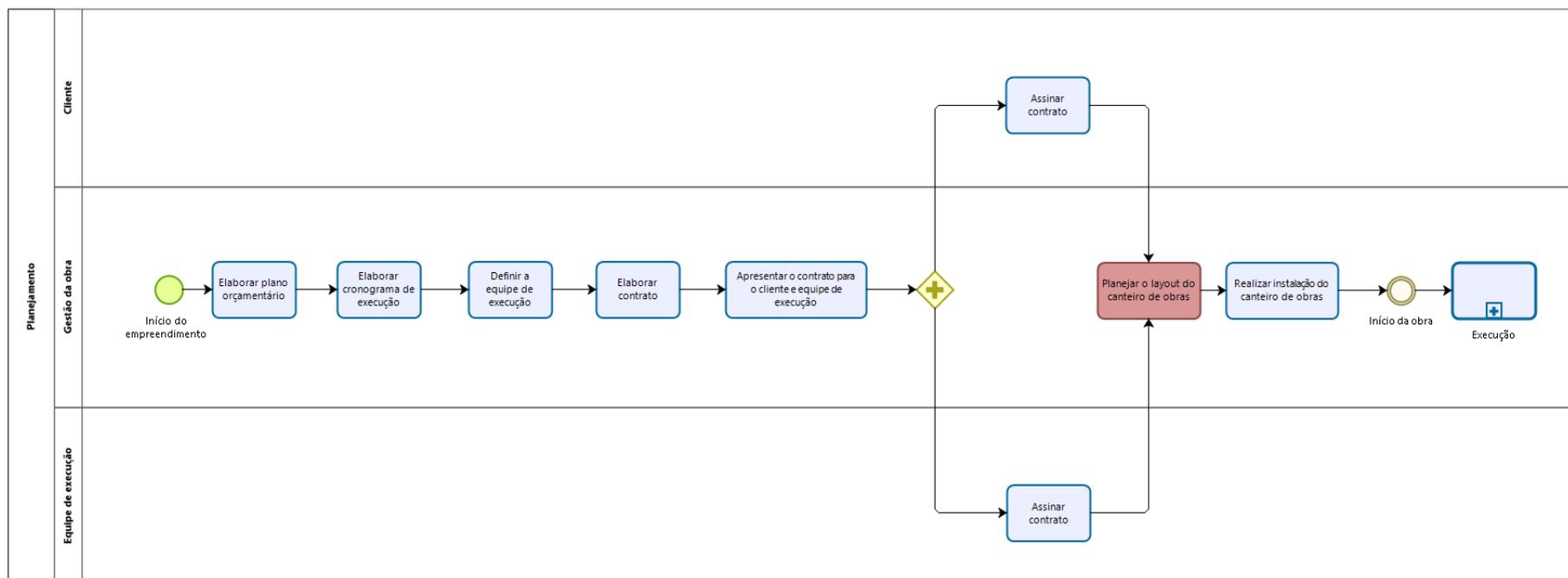
4.3.1 Planejamento

Analisando o processo de planejamento, observou-se que, posteriormente a assinatura do contrato, se dava início à realização da instalação do canteiro de obras. Porém, essa atividade era realizada sem nenhum planejamento do layout.

Segundo Elias et al. (1998), o planejamento de layout de um canteiro de obras tem como objetivo otimizar a utilização do espaço disponível, através da alocação de colaboradores, equipamentos e materiais. Dessa forma, possibilita as condições necessárias para a eficiência dos processos, resultando na diminuição de distâncias e de tempo, e na otimização dos postos de trabalho.

Visto tal importância do planejamento do layout do canteiro de obras, propõem-se a inserção da atividade de “Planejar o layout do canteiro de obras”. Permitindo assim, a satisfação das partes envolvidas no processo de execução. Com isso, tem-se a possibilidade de eliminar os desperdícios de movimentações desnecessárias e de transportes dentro do canteiro de obras, reduzindo assim o tempo de ciclo da produção. A figura 12 demonstra o fluxo com proposição de melhorias do processo de Planejamento.

Figura 12: Fluxo com proposição de melhorias – Planejamento

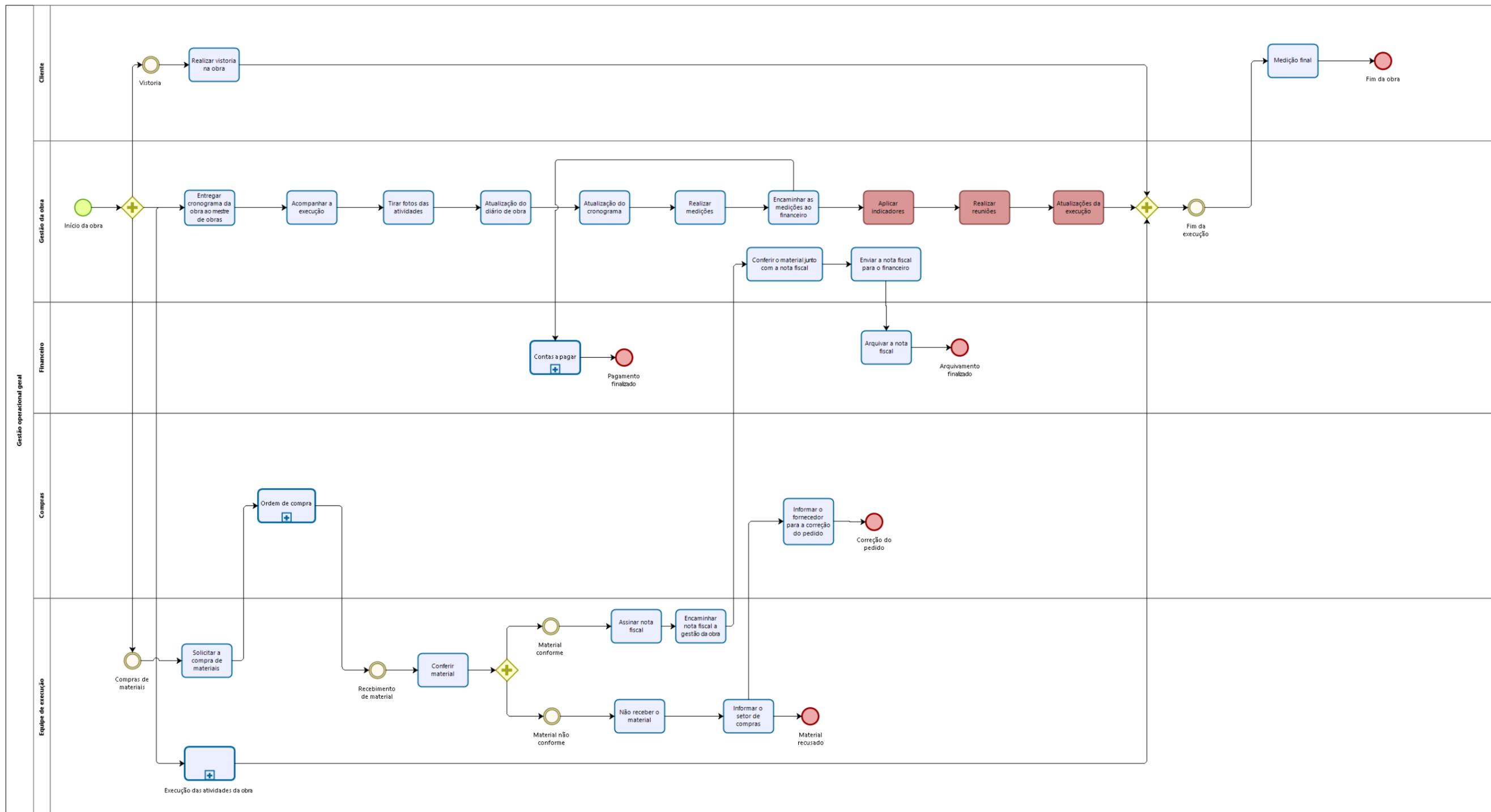


Fonte: Autor, 2018.

4.3.2 Gestão operacional geral

Na execução, foi observada a ausência de um instrumento capaz de fornecer informações, que determinasse as avaliações sobre o desempenho das tarefas. Dessa forma, foi proposta a adição da atividade “Aplicar indicadores”. Para realizar a análise das tarefas do canteiro de obras propõem-se a utilização dos indicadores de desempenho apresentados no quadro 2. A coleta de dados para alimentar os indicadores pode-se ser realizada através da utilização de planilhas de controles. Após a aplicação dos indicadores, realiza-se reuniões com a equipe da gestão de obras e da execução para analisar os indicadores e propor uma solução para os problemas encontrados. Em seguida, atualiza-se os planos de execuções a partir das conclusões definidas na reunião. Com a utilização dos indicadores, tem-se um parâmetro para analisar o quão estão sendo eficientes as atividades, permitindo assim realizar melhoria contínuas nos processos e aumentar a transparência do processo, possibilitando diminuir a ocorrência de erros. A figura 13 exemplifica o fluxo com proposição de melhorias do processo de gestão operacional geral.

Figura 13: Fluxo com proposição de melhorias – Execução da obra



Fonte: Autor, 2018.

4.3.2.1 Planilha de controle para a equipe de gestão da obra

O quadro 3, demonstra a planilha que auxilia o cálculo do desvio de custo acumulado. A partir dela é possível detalhar os desvios de custos para cada semana, permitindo avaliar o desempenho em relação aos custos da obra. As planilhas de controle foram desenvolvidas a partir de reuniões com a alta gerência visto a necessidade de ferramentas para coleta de dados, a fim de analisar os resultados do desempenho da obra.

Quadro 3: Planilha de controle – Desvio de custo acumulado

	Desvio de custo acumulado		
	Obra:		
	Responsável:		
Semana	Custo previsto	Custo real	Desvio de custo acumulado
Total			
Observações:			

Fonte: Autor, 2018.

A planilha de controle de desvio de prazo acumulado permite realizar a análise de desempenho da obra em relação ao prazo. Assim, avalia-se se as tarefas da obra estão sendo realizadas dentro do prazo, e qual é o valor de desvio. O quadro 4 ilustra a planilha de controle de desvio de prazo acumulado.

Quadro 4: Planilha de controle – Desvio de prazo acumulado

	Desvio de prazo acumulado		
	Obra:		
	Responsável:		
Semana	prazo previsto	prazo real	Desvio de prazo acumulado
Total			
Observações:			

Fonte: Autor, 2018.

A planilha relatório diário de obra permite realizar um acompanhamento do dia-a-dia da obra, identificando os acontecimentos do canteiro de obra. Ela é composta pelo nome da obra, a data do acompanhamento, o responsável pela elaboração, a descrição das atividades executadas, as ocorrências do dia e a condição do tempo no momento do acompanhamento. Nesse relatório são descritos a quantidade de colaboradores na obra, a quantidade de materiais recebidos no dia e notas de atrasos de materiais, e a situação dos serviços executados (Iniciado, em andamento, Finalizado). O quadro 5 demonstra a planilha de relatório de diário de obras.

Quadro 5: Planilha de controle – Relatório diário de obra

RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA	
	Obra:
	Data:
	Responsavel:
ATIVIDADES EXECUTADAS	
OCORRÊNCIAS	CONDIÇÃO DO TEMPO

Fonte: Autor, 2018.

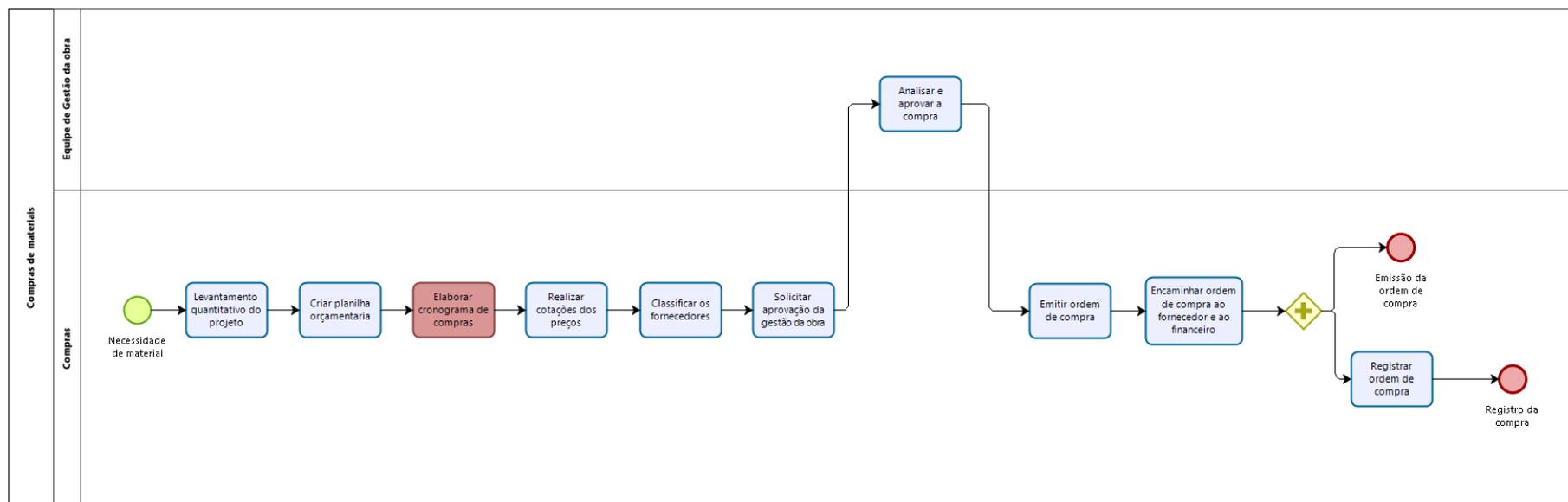
4.3.3 Compras

Devidos a fatores de atrasos de uma obra, se faz necessário realizar atualizações no cronograma dos prazos das tarefas de execução, conseqüentemente, os pedidos de materiais devem sofrer alterações das datas de solicitação. Observando isso, nota-se a ausência de um cronograma de compras, que possibilite estipular previsões das datas em que a obra irá necessitar dos materiais. Assim, propõem-se a inserção desse processo no fluxo, o qual deverá ser atualizado semanalmente. A utilização desse cronograma de compras permite solicitar os materiais com antecedência levando em consideração o lead time para entrega, assim pode-se programar para que possam ser entregues nas datas certas. A figura 14 exemplifica o fluxo com proposição de melhorias do processo de Compras. A planilha de cronograma de compras auxilia para o controle das datas de utilização dos materiais. Ela é atualizada conforme o cronograma de execução. A planilha é composta de atividades que necessitarão dos materiais, o tipo de material, a data prevista para a utilização, o sistema de unidades e a quantidade. O quadro 6 representa a planilha de controle de cronograma de compras.

Quadro 6: Planilha de controle – Cronograma de compras

	Cronograma de compras			
	Obra:			
	Responsável:			
Atividades	Materiais	Data prevista	Unidades	Quantidade

Fonte: Autor, 2018.

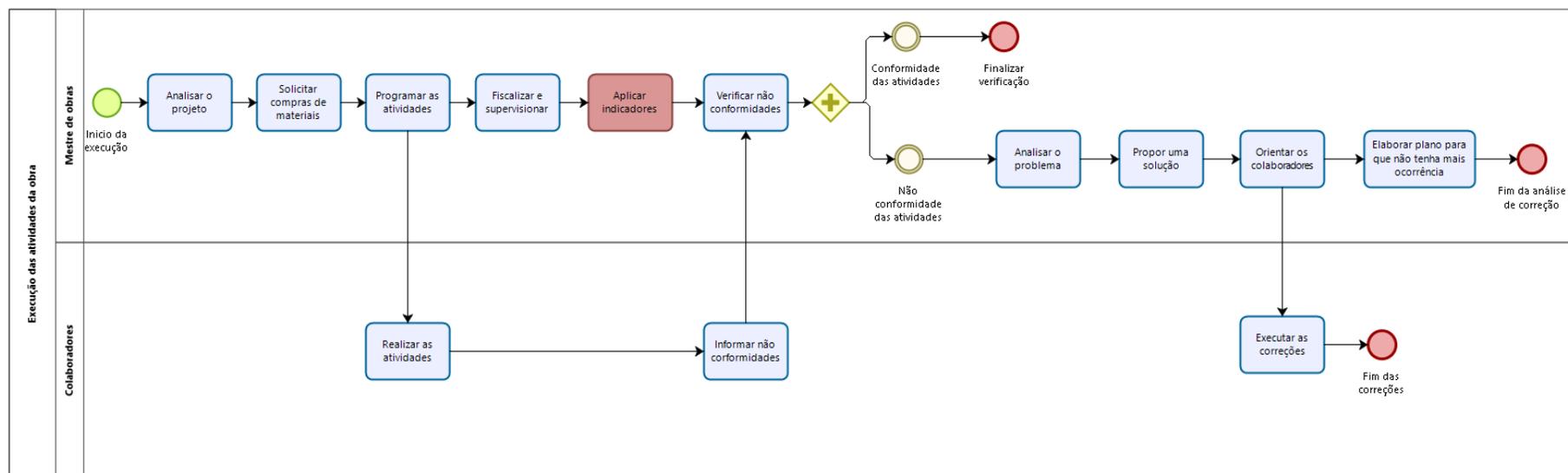
Figura 14: Fluxo com proposição de melhorias – Compras de materiais

Fonte: Autor, 2018.

4.3.4 Execução das atividades da obra

Como mencionado no tópico 4.3.2, foi observado a ausência de indicadores nos processos. Dessa forma, pode-se atribuir as atividades de “Aplicar indicadores” à equipe de execução. Os indicadores utilizados são relacionados diretamente com a execução das tarefas do canteiro de obra, como a equipe de execução está sempre presente na obra, a aplicação desses indicadores por eles se torna ideal. Dessa maneira, os mesmos podem tomar decisões baseadas nos indicadores como a alocação de número de colaboradores da mão de obra para realizar as atividades que estejam em atrasos, solicitação de materiais com antecedência, avaliar e propor soluções para evitar não conformidades e execução de retrabalhos. Com isso, tem-se o foco no controle no processo completo, o qual torna o colaborador auto gerenciável e autônomo. A figura 15 demonstra o fluxo com proposição de melhorias do processo de Execução das atividades da obra

Figura 15: Fluxo com proposição de melhorias – Execução das atividades da obra



Fonte: Autor, 2018.

4.3.4.1 Planilha de controle para a equipe de execução

A planilha exemplificada no quadro 7 auxilia a análise do percentual de planejamento concluído. A planilha apresenta datas de início e final das atividades, bem como as ocorrências que fizeram alguma delas terem atrasos, ou seja, pode-se descrever os problemas ocorridos em cada atividade.

Ao se concluir uma atividade no prazo definido, assinala-se 1 na coluna PPC, caso ao contrário, assinala-se 0. Ao fim, soma-se os valores e divide-se pelo número de atividades e multiplica-se por 100, chegando ao Percentual de Planejamento Concluído.

Vale ressaltar que através da coluna ocorrência, pode-se detectar as causas que fizeram a programação da obra adiantar ou atrasar. Assim, possibilitando elaborar um plano para correções futuras.

Quadro 7: Planilha de controle – Percentual de Planejamento Concluído

	Percentual de Planejamento Concluído			
	Obra:			
	Responsável:			
Atividade	Início	Final	PPC	Ocorrências

Fonte: Autor, 2018.

Na planilha de controle de execução, as atividades são avaliadas individualmente, permite identificar a quantidade de materiais utilizados em cada atividade, possibilitando um maior controle da obra. Essa planilha também contém as datas de início e fim da atividade, além de observações importantes acerca da execução. O quadro 8, demonstra a planilha de controle de execução.

Quadro 9: Planilha de controle – Pedido de materiais

	Pedido de materiais			
	Obra:			
	Responsável:			
Materiais	Data da solicitação	Data de recebimento	No prazo	Erro
			Total	

Fonte: Autor, 2018.

O quadro 10 ilustra a planilha de controle que auxilia a coleta de dados para a realização do cálculo do percentual de tarefas iniciadas e finalizadas no prazo. A análise é feita individualmente para cada atividade, sendo descrito o início e o final das execuções. A coluna “Iniciada no prazo” é preenchida com 1 caso a atividade seja iniciada no prazo previsto, e 0 caso não tenha sido iniciada, posteriormente é realizado o somatório. Com o resultado do somatório da coluna, divide-se pelo número de atividades e em seguida multiplica-se por 100. Na coluna “Finalizada no prazo” preenche-se com 1 quando a atividade é finalizada no prazo previsto, e com 0 caso ela não tenha sido finalizada. O procedimento para o cálculo é o mesmo da coluna iniciada no prazo. Dessa maneira, pode-se propor soluções para que as atividades em atrasos possam voltar à normalidade, como a alocação do número de colaboradores de mão de obra para execução dessas atividades.

Quadro 10: Planilha de controle – Percentual de tarefas iniciadas e finalizadas no prazo

	Percentual de tarefas iniciadas e finalizadas no prazo			
	Obra:			
	Responsável:			
Atividade	Início	Final	Iniciada no prazo	Finalizada no prazo
Total				

Fonte: Autor, 2018.

O quadro 11 representa a planilha de controle de índice de não conformidade e índice de retrabalhos. A análise é realizada para cada atividade desenvolvida. A planilha contém as datas de início e fim das atividades, colunas de não conformidade e retrabalhos. A coluna de não conformidade é preenchida com o valor 1 quando as atividades apresentam alguma não conformidade e com 0 quando elas são executadas em conformidade. Soma-se os valores da coluna, para que posteriormente seja dividido pelo número de atividades verificadas e ao fim multiplicado por 100. Para realizar o cálculo do índice de retrabalhos, se deve preencher a coluna com 1 caso na atividade tenha ocorrido a necessidade de retrabalho, e com 0 caso não necessite. Após é realizado o somatório da coluna para obter o valor total de serviços repetidos, e em seguida é dividido o valor da soma pelo número total de serviços realizados, ao final multiplica-se por 100. Assim, avalia-se as causas das não conformidades e retrabalhos para que futuramente possa corrigir os erros na execução.

Quadro 11: Planilha de controle – Índice de não conformidades e retrabalhos

	Índice de não conformidades e retrabalhos			
	Obra:			
	Responsável:			
Atividade	Início	Final	Não conformidade	Retrabalho
Total				

Fonte: Autor, 2018.

A utilização das planilhas de controle auxilia a coleta de dados para a análise dos indicadores de desempenho, de modo que os mesmos apresentam formulas pré-estabelecidas no Excel. Dessa forma facilita os cálculos matemáticos, além de servir como histórico para análises futuras.

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal desse trabalho foi a realização uma análise crítica a partir do mapeamento dos processos de uma obra de pequeno porte, possibilitando a identificação pontos de melhorias no fluxo. Dessa maneira, foram feitas proposições para um fluxo futuro.

O planejamento do layout do canteiro de obras faz com que alguns desperdícios sejam eliminados, como movimentações desnecessárias e transportes. Com a aplicação dos indicadores de desempenho, a obra como um todo obteve um parâmetro para analisar como estão sendo desenvolvidas as atividades, permitindo realizar melhoria contínua. A utilização das planilhas de controle facilita a aplicação dos indicadores, tanto na coleta de dados como na realização dos cálculos. Além disso, possibilita documentar as informações das tarefas realizadas, quantidades de materiais empregados e eventuais problemas no canteiro de obra. A elaboração de um cronograma de compras evita que os materiais sejam solicitados com pouco tempo para a sua utilização na obra, permitindo que sejam solicitados com antecedência e programados para serem entregues nas datas certas, conforme o lead time de cada fornecedor.

O trabalho realizado permitiu a criação de um modelo de referência a ser seguido pela empresa em futuras obras de pequeno porte, realizando uma padronização dos procedimentos de gestão. De modo que cada obra apresenta peculiaridades diferentes, cabe a empresa realizar adaptações necessárias para cada projeto.

Para trabalhos futuros, recomenda-se realizar a aplicação dos indicadores de desempenho para avaliar o impacto da sua utilização no canteiro de obras, tornando o estudo de caráter quantitativo.

Diante do exposto, acredita-se que esse trabalho cumpriu o objetivo de propor melhorias nos processos construtivos de obras de pequeno porte adotando a metodologia *Lean Construction* como base.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSUMPCÃO, José Francisco P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1996.
- AZEVEDO, Ricardo Gomes. **Aplicação de princípios do pensamento enxuto no processo de envio e devolução de correspondências em um banco privado**. 2014.
- BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. *Implementing lean construction: improving downstream performance*. *Lean construction*, p. 111-125, 1997.
- BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. *The Last Planner*. In: *2nd Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*; Santiago: IGLC, 1994a.
- BALLARD, Herman Glenn. *The last planner system of production control*. 2000. Tese de Doutorado. University of Birmingham.
- BALLARD, Glenn; KOSKELA, Laury. HOWELL, Gregory; ZABELLE, Todd. *Production System Design in Construction In: Proc 9th Ann Conf of the International Group for Lean Construction*, Singapore. 2001. Disponível em www.iglc.net – acesso em 24/05/18
- BARROS, E. S. **Aplicação da Lean Construction no setor de edificações: um estudo multicaso**. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- BERNARDES, Maurício MS. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- BICHENO, John; HOLWEG, Matthias. *The lean toolbox*. Buckingham: PICSIE books, 2000.
- BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre. vol. 15, n. 2 (abr./jun. 2015), p. 79-96, 2015.
- BOAS, Barbara T.V. **Modelagem de um programa computacional para o sistema Last Planner de Planejamento**. 142 fls. Dissertação de Mestrado em Construção Civil – Programa pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2004.

CAKMAKCI, Mehmet. *Process Improvement: Performance Analysis of the Setup Time Reduction-SMED in the Automobile Industry*. International journal of advanced manufacturing technology, v. 41, n. 1-2, 2008.

CBIC. **Indicadores da Construção Civil**. 2018.

CHAGA S, L. S. V. B.; PADILHA Jr, M. A.; TEIXEIRA, E. C. **Gestão da tecnologia: uso do sistema BIM para a compatibilização de projetos**. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza.

CHIRINÉA, Maria Letícia Bassoli. **Redesenho do sistema de gestão da produção em Empresa Construtora: estudo de caso com foco no planejamento físico de obra**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2018.

CORIAT, B. **Pensar pelo avesso**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 1994.

COSTA, W. J. V.; GONÇALVES, R. J.; SILVA, K. P. G.; TEIXEIRA, D. G. **Processos produtivos na construção civil: otimização do processo de reboco de fachada em edificação**. In: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014, Curitiba.

DEFFENSE, J. **Produção Lean na Indústria de Pré-fabricados de Betão Armado em Portugal**. Lisboa, Dissertação de mestrado, Universidade Nova Lisboa, 2010.

DINSMORE, Paul Campbell. **Gerência de programas e projetos**. São Paulo: Pini, 1992.

ELIAS, Sérgio José Barbosa et al. **Planejamento do layout de canteiros de obras: aplicação do SLP (Systematic layout planning)**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Niterói, 1998.

FORMOSO, C.T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Porto Alegre: UFRGS/Núcleo Orientado Para a Inovação da Edificação, 2002. Texto Técnico.

GONZALEZ, E. F. **Aplicação do 5S na construção civil – Senso de utilidade, organização, limpeza, segurança e autodisciplina**. Florianópolis: Editora da UFSC. 2005.

GRENHO, Luís Filipe Santos et al. **Last planner system e just-in-time na construção**. 2009.

GROHMANN, M. Z. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria**. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói.

HINES, Peter; HOLWEG, Matthias; RICH, Nick. *Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking*. International journal of operations & production management, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

KOSKELA, L. *Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report n.72. Center of Integrated Facility Engineering*, Department of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

KOSKELA, Lauri. Lean production in construction. *Lean construction*, p. 1-9, 1997.

LANTELME, Elvira; TZORTZOPOULOS, Patrícia; FORMOSO, Carlos. **Indicadores de planejamento e controle da produção**. NORIE/UFRGS/CNPq. Porto Alegre, 2001.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L. *Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process*. Construction Management and Economics, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LORENZON, I. A. **A Medição de Desempenho na Construção Enxuta: estudos de caso. 2008. 219f.** 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP).

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. Pini, 2010.

MOURA, Camile.B. **Avaliação do impacto do sistema Last Planner no desempenho de empreendimentos da construção civil**. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, Porto Alegre, 2008.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OMG. Manual BPMN 2.0. Disponível em: <http://www.omg.org/>. Acesso em: 05/10/2018.

PINHEIRO, J. P. C. **Indicadores-chave de Desempenho (Key Performance Indicators) aplicados à construção**. Lisboa, 2011. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade Técnica de Lisboa.

PRADO, Darci. **Administração de projetos com PERT/CPM**. LTC, 1984.

- PICCHI, Flávio Augusto. *Opportunities for the application of Lean Thinking in construction*. Ambiente construído, v. 3, n. 1, p. 7-23, 2003.
- RICHARD, Roger-Bruno. *Industrialized Building Systems: the 'pallette' of options*. ACSA Fall Conference Philadelphia, Pennsylvania. September, 2012.
- ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.
- SALVADOR, Matheus Vicente et al. **Aplicação do conceito LEAN CONSTRUCTION em obras de pequeno porte**. 2013. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.
- SANTOS, NCRDOS et al. **Implantação do 5S para qualidade nas empresas de pequeno porte na região central do Rio Grande do Sul**. XIII SIMPEP: Bauru, 2006.
- SGANDERLA, Kelly. **Um guia para iniciar estudos em BPMN (I): Atividades e sequência**. Disponível em: <http://blog.iprocess.com.br/2012/11/um-guia-para-iniciar-estudos-em-bpmn-i-atividades-e-sequencia/>. Acesso em novembro/2018.
- SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. Bookman Editora, 1996.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.
- SOLOMON, Julie A. *Application of the principle of lean production to construction*. 2004. Tese de Doutorado. University of Cincinnati.
- TEIXEIRA, D. G. **Processos produtivos na construção civil: otimização do processo de reboco de fachada em edificação**. In: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014, Curitiba.
- VALLE, R.; OLIVEIRA, S. B. (org.) **Análise e Modelagem de Processos de Negócio: Foco na Notação BPMN (Business Process Modeling Notation)**. São Paulo: Atlas, 2009. p. 15-20.
- VALENTE, Antônio Carlos da Costa; AIRES, Victor Meireles. **Gestão de Projetos e Lean Construction: Uma Abordagem Prática e Integrada**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.
- WHITE, Stephen A.; MIERS, Derek. *Guía de Referencia y Modelado BPMN: Comprendiendo y Utilizando BPMN*. Estados Unidos: Future Strategies, 2009.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas – elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.; JONES, D. *Lean Solutions: how companies and customers can create value and wealth together*. New York: Free Press, 2005.

YIN, R. K. Estudo de caso. **Planejamento e Métodos. Porto Alegre**. Bookman. 2001. p 19.