



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ALLYSSON JOSÉ SILVA FREIRE

**USO DO MÉTODO DE RACIONALIZAÇÃO TIPO R1 NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA**

São Luís
2019

ALLYSSON JOSÉ SILVA FREIRE

**USO DO MÉTODO DE RACIONALIZAÇÃO TIPO R1 NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a habilitação a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Paulo César de Oliveira Queiroz

São Luís
2019

FREIRE, Allysson José Silva.

USO DO MÉTODO DE RACIONALIZAÇÃO TIPO R1 NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA / Allysson José Silva FREIRE. - 2019.

53 f.

Orientador(a): Paulo César de Oliveira Queiroz.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Construção Civil. 2. Gestão de Recursos. 3. Método de Racionalização. I. Queiroz, Paulo César de Oliveira. II. Título.

Trabalho de conclusão de curso de autoria de Allysson José Silva Freire, intitulada **USO DO MÉTODO DE RACIONALIZAÇÃO TIPO R1 NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA** apresentada como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, em ___/___/___, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Paulo César de Oliveira Queiroz
Orientador

Fábio Dieguez Barreiro Mafra
1º examinador

Rachid Santos Maluf
2º examinador

São Luís – MA
2019

RESUMO

No Brasil, existe uma constante preocupação por parte de empreendedores da Indústria da Construção Civil em se estabilizarem no mercado de forte concorrência. Diante desse contexto, o uso de um método de racionalização da construção surge como um instrumento que possibilita aos profissionais dessa área o aperfeiçoamento dos processos referentes a produção civil, com medidas que podem potencializar recursos ofertados, minimizar as perdas de materiais e diminuir prazos. Com uma visão racional sobre o processo de produção construtiva é possível obter um aprimoramento das etapas que envolvem uma edificação, desde a análise de sua viabilidade, passando pelo projeto e execução, até a entrega final da obra. Dessa forma, é importante discutir sobre racionalização da construção civil, e com o auxílio da literatura acerca desse tema, o presente trabalho objetiva fazer um levantamento teórico e prático sobre o assunto. De modo a utilizar o método de racionalização tipo R1 proposto pelo autor Gehbauer, em um canteiro de obra na cidade de São Luís, corrigindo possíveis perdas quanto a recursos humanos, materiais, financeiros e temporais destinados à produção de uma edificação, além de apresentar soluções para cada atividade construtiva observada.

Palavras-chave: construção civil, método de racionalização, gestão de recursos.

ABSTRACT

In Brazil, there is a constant concern by the Civil Construction Industry entrepreneurs to stabilize themselves in a extremely competitive market. In light of this context, the use of a method of rationalization of construction arise as an instrument that enables the professionals of this area to improve the processes related to civil construction, with measures that would enhance the available resources, minimize material loss and reduce deadlines. The rational approach of the civil production process enables the improvement of the stages of the construction, from it's feasibility, to the project and the implementation, up to the work delivery. Therefore, it is important to discuss about the rationalization of the civil construction, using the literature support on this subject, this study aims to make a theoretical and practical survey about this theme. With the use of the type R1 method of rationalization suggested by the author Gehbauer, on a building site at the city of São Luís, correcting possible losses on human resources, materials, financial and time applied to the building process.

Keywords: civil construction, rationalization method, resource management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIB Brasil X PIB Construção Civil.....	16
Figura 2: Níveis distintos de racionalização.....	25
Figura 3: Sequencia das etapas da metodologia.....	27
Figura 4: Apartamento tipo 1 da obra estudada.....	30
Figura 5: Apartamento tipo 2 da obra estudada.....	30
Figura 6: Apartamento tipo 3 da obra estudada.....	31
Figura 7: Canteiro de obra.....	32
Figura 8: Canteiro de obra.....	32
Figura 9: Diagrama de fluxo da situação observada.....	35
Figura 10: Diagrama de fluxo da situação melhorada.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades individuais da situação observada.....	37
Quadro 2: Diagrama de balanço da situação observada.....	38
Quadro 3: Tempo de espera das equipes para receber 1 palete de argamassa.....	39
Quadro 4: Lista de atividades individuais da situação melhorada.....	42
Quadro 5: Diagrama de balanço da situação melhorada.....	43
Quadro 6: Tempo de espera otimizado das equipes para receber 1 palete.....	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. JUSTIFICATIVA	13
4. LEAN CONSTRUCTION	14
4.1 Definição Geral.....	14
4.2 Princípios básicos.....	14
5. INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	15
5.1 Impactos da crise econômica de 2008 na construção civil.....	17
5.2 Qualidade da gestão na construção civil.....	17
6. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS	18
6.1 Benefícios do planejamento.....	19
6.2 Deficiências das empresas.....	19
6.3 Causas das deficiências.....	20
7. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
7.1 Classificação das perdas.....	21
7.1.1 Perdas por superprodução.....	21
7.1.2 Perdas por manutenção de estoque.....	22
7.1.3 Perdas por transporte.....	22
7.1.4 Perdas no movimento.....	22
7.1.5 Perdas por espera.....	23
7.1.6 Perdas por fabricação de produtos defeituosos.....	23
7.1.7 Perdas no processamento em si.....	24
7.1.8 Perdas por substituição.....	24
8. RACIONALIZAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA DIMINUIÇÃO DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
9. METODOLOGIA	26
9.1 Formulários para a aplicação da metodologia.....	28
9.2 Escolha do estudo de caso.....	29
9.3 Caracterização do Empreendimento.....	29

10. FASE DE DIAGNÓSTICO.....	33
10.1 Produção de argamassa de assentamento de alvenaria estrutural.....	33
10.1.1 Diagrama de fluxo da situação observada.....	34
10.1.2 Atividades individuais da situação observada.....	36
10.1.3 Diagrama de balanço da situação observada.....	38
10.1.4 Leitura dos dados.....	39
10.2 Possíveis soluções.....	40
10.2.1 Diagrama de fluxo da situação melhorada.....	40
10.2.2 Atividades individuais da situação melhorada.....	42
10.2.3 Diagrama de balanço da situação melhorada.....	43
10.2.4 Leitura dos dados otimizados.....	44
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A.....	48
APÊNDICE B.....	49
APÊNDICE C.....	50
ANEXO 01: FORMULÁRIO 06.....	51
ANEXO 02: FORMULÁRIO 07.....	52
ANEXO 03: FORMULÁRIO 08.....	53

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2018), a construção civil no Brasil como indústria vem, desde 2014, de um período de recessão explicado principalmente pela queda do crescimento econômico do país, mas segundo o mesmo órgão, houve um aumento de lançamentos imobiliários no mercado durante esses anos, proporcionando um quadro de diminuição no “estoque de moradias”. Diante desse cenário, a expectativa para os anos seguintes é de retomada do crescimento econômico e, conseqüentemente, do crescimento da indústria da construção civil.

Com isso, as empresas de construção preparam-se para uma forte concorrência no mercado, onde há uma necessidade de uma produção cada vez mais sustentável e exigente de qualidade. A consequência disso é que para uma empresa ter destaque, uma série de requisitos são fundamentais para seu sucesso, como a utilização de métodos de minimização dos desperdícios de materiais e de tempo na execução dos projetos, de novas formas de processos produtivos para resolver problemas, como a má organização das etapas construtivas e os prazos não cumpridos, sem falar na mão de obra não qualificada cada vez mais frequente no canteiro de obras.

Para Gehbauer (2004) o caminho do sucesso de uma empresa construtora é a junção de planejamento, aquisição, administração, *marketing* e postura orientada ao cliente, mas é o método produtivo racional que dita a sua estabilidade no mercado, buscando sempre alta taxa de qualidade, máximo de segurança no ambiente e usando recursos de forma estratégica com o menor desperdício possível.

A racionalização da construção é o processo que engloba todas as análises prévias dos possíveis fatores que impedem o desenvolvimento contínuo da execução da obra, bem como o conjunto de ações que devem ser tomadas visando à otimização dos recursos humanos, materiais, temporais e financeiros disponíveis na obra, gerando assim um produto final, com maior qualidade e dentro do prazo para o cliente da construtora que se utiliza desta ferramenta. Vale destacar também a real necessidade de intervenções frente ao setor da construção civil, como destaca Gebauer (2004), devido aos seus impactos ambientais e riscos aos trabalhadores envolvidos. Assim, uma ferramenta que vem de encontro a esta demanda é a R1 – Racionalização de Processos Construtivos que busca esforços de racionalização que

colocam o processo da produção e o canteiro de obras no centro das atenções, considerando os fatores qualidade e tempo através de ações sobre o fluxo de material, percurso, estoques e otimização de mão-de-obra e equipamentos.

Esse método consiste em empregar conceitos de Produção Enxuta, visando o desperdício mínimo de materiais de construção e tempo, através da verificação *in loco* dos pontos de trabalho no canteiro de obra como casa de máquina das betoneiras, estoque de materiais, entre outros. Além disso, observa o tempo de produção por parte dos funcionários e dos seus métodos de trabalho, propondo melhorias que visam otimizar a sua linha de produção com base nos dados coletados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Empregar o método de racionalização tipo R1 proposto pelo autor Gehbauer (2004) em um canteiro de obra na cidade de São Luís – MA

2.2 Objetivos específicos

- Apresentar conceitos ligados ao processo de racionalização da construção civil;
- Apresentar o método R1 de racionalização proposto pelo autor Gehbauer (2004);
- Aplicar os conceitos do método R1 em um canteiro de obra;
- Fazer um levantamento de possíveis melhorias com os dados coletados no canteiro de obra;

3. JUSTIFICATIVA

Segundo Gehbauer (2004) os custos com a indústria da construção civil aumentam à medida que os anos passam, ao passo que também aumentou a concorrência das empresas desse setor pelo mercado.

Grandes obras de infraestrutura que serão necessárias ao país nos próximos anos e de moradia impossibilitam a estagnação da construção civil, e assim é de extrema importância que o lucro gerado pelos mesmos às empresas de construção seja suficiente para ela se manter ativa no mercado competitivo (GEHBAUER, 2004).

Dessa forma, é fundamental o emprego de métodos racionais por essas construtoras, aumentando seu lucro através da otimização de seus processos construtivos, evitando ao máximo perdas e gerando menos resíduos ao meio ambiente. Vale destaque ainda que o método de racionalização proposto aqui, não exige grandes investimentos para sua implementação, mas somente de uma equipe administrativa bem treinada e com um bom conhecimento de planejamento (GEHBAUER).

4. LEAN CONSTRUCTION

4.1 Definição geral

Com a necessidade de suprir a baixa eficiência e alcançar melhores níveis de gestão produtiva, o finlandês Koskela em 1992, realizou estudos que resultaram no surgimento de um modelo para gestão da produção na construção civil denominado de *Lean Construction*, traduzido para o português, construção enxuta. Tal modelo de gestão é oriundo da Produção Enxuta (*Lean Production*) (LORENZON; MARTINS, 2006), em que é definida por Womack (1992) como um novo sistema de organização industrial que tem como meta a eliminação de qualquer perda do sistema de produção, possibilitando produtos e serviços de alta qualidade ao menor custo possível e atendendo da melhor forma as necessidades dos clientes. Resumidamente, a *Lean Construction* é um meio de produção em que “se faz mais com cada vez menos” – menos recursos humanos, menos tempo e etc.

Para que uma empresa de uma certa indústria seja considerada enxuta, é necessário priorizar a fluidez do produto nos processamentos em que ele é submetido. Além disso, utilizar de processos produtivos ininterruptos de agregação de valor e sistema puxado originado da demanda é essencial para manter os procedimentos subsequentes, abastecidos somente com a quantidade de peças a serem consumidas em curtos intervalos. A empresa também deve pregar a cultura de melhoria contínua, não se acomodando aos resultados positivos que venha a obter durante o processo (LIKER, 2005).

4.2 Princípios básicos

Quando se refere ao *Lean Construction*, nota-se que a proposta de valor é a mudança conceitual do paradigma do processo de produção tradicional com a aplicação de onze princípios interativos entre si apresentados por Koskela (1992):

1 - Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor - (por exemplo, excesso de funcionários apenas em um setor ao invés de priorizar uma divisão eficaz que englobe todas as áreas de uma construção);

2 - Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente (Entendendo que o cliente paga um valor “x” de acordo com as suas necessidades e sua satisfação);

3 - Reduzir a variabilidade (variações e/ou mudanças);

4 - Reduzir o tempo de ciclos;

5 - Simplificar os processos através da redução do número de passos ou partes;

6 - Aumentar a flexibilidade de saída;

7 - Aumentar a transparência do processo;

8 - Focar o controle no processo global (utilizando o método “partes” somadas para um “todo” produtivo);

9 - Estabelecer melhorias contínuas no processo;

10 - Introduzir melhoria dos fluxos com a melhoria de conversões;

11 - Fazer “*benchmarking*” (processo utilizado no EUA que utiliza a comparação de produtos, serviços, práticas empresariais e é um importante instrumento de gestão de pessoas).

As principais características dessa filosofia de produção são: formar um conjunto claro e definido de objetivos para o processo de fornecimento, compreendendo as necessidades e requisitos do cliente; potencialização da interação entre gestores e projetistas; redução da variação do trabalho ao longo da cadeia; estruturação do trabalho para aumentar o valor e reduzir o desperdício; desenvolvimento de esforços para melhorar as condições de planejamento e execução do projeto (MICHELIS, 2013).

5. INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Indústria de Construção Civil é um setor de grande relevância nacional que representa aproximadamente um quinto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. (HONDA, 2011).

Segundo dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), divulgada pelo Instituto brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), mostram que 92,7 mil empresas do setor realizaram incorporações, obras e serviços no valor de R\$ 286,6 bilhões, um aumento de 4,5% em relação ao ano de 2010. Estas empregaram cerca de 2,7 milhões de pessoas, superando os 2,5 milhões do ano

anterior. Os gastos com pessoal foram de R\$ 74,7 bilhões, o que representa 31,1% do total dos custos e despesas em 2011. A figura 1 a seguir representa os dados mencionados:

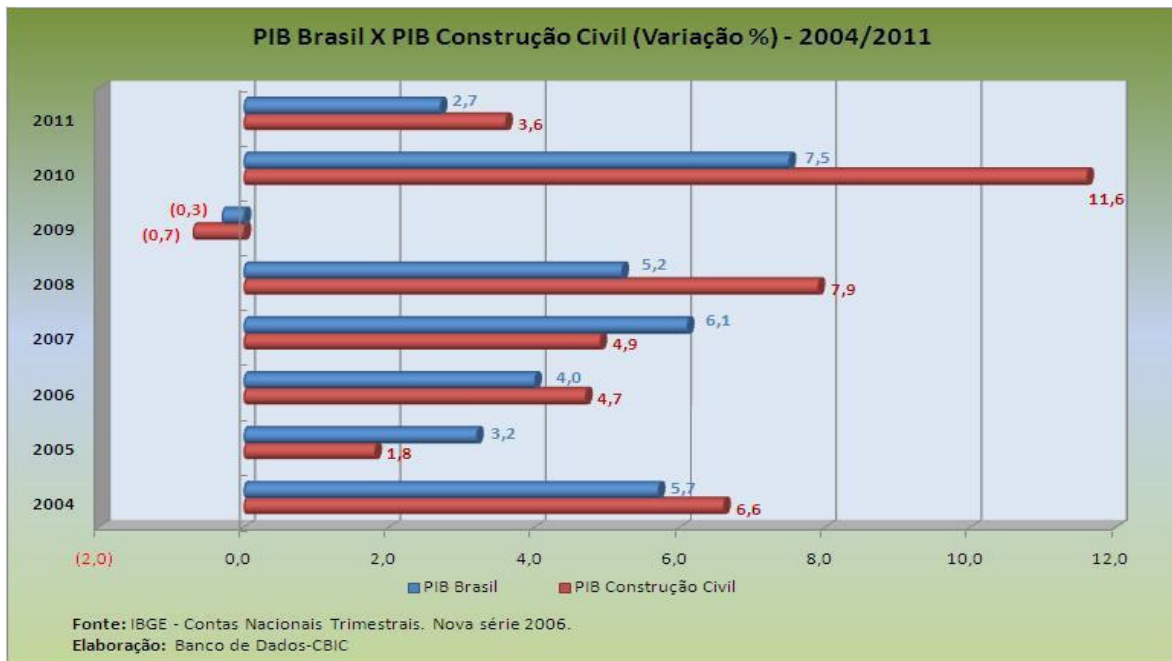


FIGURA 1 – PIB Brasil X PIB construção civil

Fonte: IBGE, 2012

A construção civil é um ramo em crescimento devido a existente demanda por construções de residências, estradas, indústrias, etc., justificando sua importância por ser essencial à população, ao desenvolvimento das cidades e a economia do país (SANTO *et. al.*, 2014).

Para atender a essa realidade as empresas tiveram de se mecanizar ao máximo, enxugar processos e investir em qualificação de mão de obra para melhorar sua produtividade (MICHELIS, 2013).

A Indústria da Construção Civil sempre foi objeto de críticas devido, principalmente, aos altos custos e baixa produtividade. A causa disso é o fato de que até a década de 1980 havia um elevado número de obras públicas e poucas exigências relacionadas à qualidade. Os clientes eram pouco acostumados e despreparados para exigir os seus direitos. As construtoras conseguiam obter grandes lucros, pois repassavam facilmente os custos aos clientes através dos produtos. Com essas características, o setor não sentia a necessidade de introduzir novos materiais,

processos construtivos mais racionais e mecanizados e formas de gestão mais eficientes (LORENZON; MARTINS, 2006).

O setor tinha como principal preocupação indicadores financeiros como o retorno sobre investimento e a taxa interna de retorno, que refletiam o volume de capital investido por volume retornado. Não existia preocupação com indicadores não-financeiros, como a produtividade ou que retratassem a satisfação do cliente (LORENZON; MARTINS, 2006).

5.1 Impactos da crise econômica de 2008 na construção civil brasileira

Segundo Michelis (2013) a crise econômica mundial de 2008 teve efeitos na construção civil brasileira por meio da redução do crédito privado para esse setor. Das 21 empresas construtoras e incorporadoras que abriram seus capitais entre 2006 e 2007, oito estavam no conjunto das 30 empresas que tiveram a maior queda do preço de suas ações na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) em 2008.

Cabe lembrar o fato de que o período de construção é extenso, por isso o financiamento tem a função de compatibilizar a grande defasagem temporal entre as despesas operacionais de realização da obra e a receita operacional proveniente da venda do empreendimento.

Assim, diante de todo o quadro de queda nas ações das grandes empresas construtoras brasileiras em 2008, segundo Michelis (2013), as mesmas passaram a se preocupar mais em qualidade na gestão de suas obras, uma vez que o mercado se encontrava em situação difícil e conseqüentemente exigindo que essas empresas melhorassem suas despesas em produção.

5.2 Qualidade da gestão na construção civil

A qualidade constitui um conceito importante com espaço de destaque e interesse cada vez maior na construção civil. O intuito principal em buscar sistemas de gestão da qualidade é sanar problemas oriundos dos processos produtivos como baixa produtividade e elevado desperdício (PEREIRA; MOURA, 2013).

A cada dia que passa o setor da construção civil no Brasil vem aumentando gradativamente, apresentando assim extensos empreendimentos lançados e construídos a todo o momento, contudo também surgem várias construtoras,

enfatizando assim uma concorrência acirrada que conseqüentemente expande seus negócios para vários pontos e regiões onde apresentem indícios de crescimento significativos. Como destaca Pereira (2013):

“Nos últimos anos, as flutuações da economia e a conscientização crescente do consumidor para os problemas do custo elevado e da não qualidade dos produtos, têm dirigido a atenção dos empresários da construção civil para o planejamento e controle da produção”.

De acordo com Koskela (1992) apud Rocha (2008), na maioria dos casos essa falta de eficiência ocorre devido aos princípios das diretrizes desenvolvidas na linha de produção industrial não serem totalmente implantados ou absorvidos numa forma mais “lean”, ou seja, mais “enxuta” ou simplificada mediante o ambiente estratégico da construção civil.

6. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

Para Mattos (2010) com a intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias, o aumento do grau de exigência dos clientes, sejam eles usuários finais ou não, a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, as empresas se deram conta que investir em gestão e controle de processos é inevitável, pois sem essa sistemática gerencial os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa.

Nesse contexto, ainda segundo Mattos (2010) o processo de planejamento e controle passa a cumprir papel fundamental nas empresas, na medida em que tem forte impacto no desempenho da produção. Estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam esse fato, indicando que as deficiências no planejamento e no controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos.

Maximiano (1995) reforça e complementa os argumentos sobre a importância do planejamento ao comentar que os processos fiquem sem controles mostrando os caminhos a seguir, evitando e se preparando para eventuais surpresas. Destaca

ainda, três importantes benefícios, sendo eles, a permanência das decisões, o equilíbrio e o melhor desempenho.

Segundo Maximiano (1995) o primeiro benefício consiste em conhecer previamente as ações a serem adotadas, revisando-as; o segundo benefício assegura um curso regular das ações, prevendo emergências e calamidades e o terceiro se reflete em melhor desempenho, pois, antecipando os fatos, uma vez que, as pessoas poderão saber previamente o que devem fazer e quais problemas e situações enfrentarão. Ainda segundo o autor, pode-se perceber que o planejamento ganha relevância ao proporcionar melhorias no desenvolvimento das atividades, ao reduzir incertezas e a falta de conhecimento por parte dos personagens do processo acerca das tarefas que devem ser desempenhadas, em que direção se deve caminhar, em quanto tempo se deve concluir o trabalho.

6.1 Benefícios do planejamento

Segundo Mattos (2010) ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos. Alguns dos principais benefícios que o planejamento traz são: conhecimento pleno da obra, onde o estudo do projeto proporciona o uma melhor identificação dos prazos a serem cumpridos nas frentes de trabalho; detecção de situações desfavoráveis, onde o responsável pela obra pode identificar situações inoportunas dentro do canteiro de obra e tomar decisões preventivas e corretivas; padronização, onde os funcionários devem buscar métodos construtivos que não variem em demasia buscando evitar erros e desperdícios;

6.2 Deficiências das empresas

Para Mattos (2010) algo que pode ser constatado facilmente no mundo da construção civil é a ausência ou a inadequação do planejamento das obras. Esse fenômeno é sentido muito mais nas obras de pequeno e médio portes, em sua maioria efetuadas por empresas pequenas, por profissionais autônomos ou mesmo pelos seus proprietários.

A deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Não são poucos os casos

conhecidos de frustração de prazo, estouros de orçamento, atraso injustificados, indisposição do construtor com seu cliente e até mesmo litígios judiciais para recuperação de perdas e danos. A melhor maneira de minimizar esses impactos é produzir um planejamento lógico e racional, pois assim se dispõe de um instrumento que se baseia critérios técnicos, fácil de manusear e interpretar (MATTOS, 2010).

6.3 Causas das deficiências

Mattos (2010) lista e define as causas da deficiência em planejamento e controle que podem ser agrupados em função dos seguintes aspectos: Planejamento e controle como atividades de um único setor, onde o processo gerencial de uma obra é tratado de forma isolada, muitas vezes tornando a empresa construtora, como um todo, menos participativa; Descredito por falta de parâmetros, onde as incertezas da construção, como prazos das atividades construtivas dentro do canteiro, vão sendo incorporadas à medida que o tempo passa, por falta de um olhar cuidadoso ao planejamento inicial; planejamento excessivamente informal, onde a falta de um planejamento eficiente e global que determina os prazos da obra a longo e médio prazo, acarretam desperdícios de insumos e de recursos humanos.

7. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para Formoso et al (1996) perda é qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias a produção da edificação. Sendo assim, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

Ainda de acordo com Formoso et al (1996) as perdas na construção têm origens nas mais diversas etapas do ciclo de vida do edifício. Desde a fase de projeto, uma decisão equivocada pode ser responsável por desperdícios ou por gastos com retrabalho, contudo, é na fase de execução onde acontece a parcela mais visível das perdas, pois todas as decisões tomadas na fase anterior ganham dimensão física.

Para Ohno (1997), um dos arquitetos do Sistema *Lean production*, que serviu como base para a criação do modelo de construção enxuta, sugere que a produção

de bens e serviços deve ser realizada de forma eficiente e com o mínimo de recursos necessários para se entregar o que o cliente deseja e com o menor custo.

Diante disso, Ohno (1997) define desperdício como sendo composto por todos os elementos da produção que não agregam valor ao bem ou serviço entregue e apenas aumentam os custos e geram mais desperdícios.

7.1 Classificação das perdas

A partir da lógica de Ohno, Gehbauer (2004) chama a atenção para classificação das perdas na construção civil com o intuito de melhor identificação dos mesmos, seguindo o processo de construção enxuta. As perdas ficaram definidas e classificadas da seguinte maneira:

- Perdas por superprodução
- Perdas por manutenção de estoques
- Perdas por transporte
- Perdas por movimento
- Perdas por espera
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos
- Perdas no processamento em si
- Perdas por substituição

7.1.1 Perdas por superprodução

As perdas por superprodução estão relacionadas com a produção de componentes ou processamento de materiais perecíveis, em quantidades superiores às necessárias (quantitativa) ou antecipadamente (fazendo antes que seja necessário), possibilitando a ocorrência de perdas de materiais, mão-de-obra e equipamentos.

Como exemplo deste tipo de perda pode-se citar a produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho (quantitativa) ou a confecção de armaduras em quantidades superiores a necessária gerando problemas com relação à necessidade de armazenamento além de correr o risco desta ser danificada.

7.1.2 Perdas por manutenção de estoque

As perdas por manutenção de estoques resultam da existência de estoques elevados de materiais, produtos em processo ou produtos inacabados, que podem ser originados por erros de planejamento ou programação, gerando possíveis perdas de mão-de-obra e equipamentos.

Para Gehbauer (2004), estoques em elevadas quantidades podem gerar perdas diretas e indiretas de materiais, pois normalmente estes são depositados sem os cuidados necessários, ficando muitas vezes expostos a intempéries, roubos, danos físicos e até mesmo, obsolescência, para o caso de materiais que possuem maior tecnologia agregada.

7.1.3 Perdas por transporte

Este tipo de perda está relacionado a todas as atividades de movimentação de materiais que geram custos e não adicionam valor, e que, além disso, podem ser eliminadas em um curto prazo de tempo.

Para que se consiga aumentar a eficiência da produção, as empresas construtoras devem evitar o transporte, ao invés de simplesmente mecanizá-lo. Assim sendo, melhorias podem ser conseguidas através: do aprimoramento do layout dos canteiros, da manutenção da limpeza nos canteiros, melhoramento na programação dos serviços, maior precisão no sistema de informações, entre outros.

7.1.4 Perdas no movimento

As perdas no movimento estão relacionadas a todos os esforços e movimentos realizados pelos trabalhadores desnecessariamente durante a execução de operações, interferindo negativamente na produtividade, como falta de organização dos postos de trabalho, falta do arranjo no layout do canteiro, inexistência de equipamentos em número suficiente para suprir todo canteiro de obra e etc.

7.1.5 Perdas por espera

As perdas por espera estão associadas aos períodos de tempo nos quais os trabalhadores e os equipamentos não estão sendo usados produtivamente, agregando valor, embora seus custos continuem sendo despendidos.

Um exemplo deste tipo de perda pode ser a interrupção de um serviço por falta de material para a execução de uma determinada atividade (perda por espera de mão-de-obra) ou mesmo uma betoneira parada por falta de cimento (perda por espera do equipamento e também de mão-de-obra, se esta não for alocada para a execução de uma outra atividade).

7.1.6 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Estas perdas ocorrem quando são fabricados produtos que não estão de acordo com os requisitos de qualidade especificados em projeto.

Na construção civil estas perdas estão associadas normalmente a uma inspeção deficiente do processo, à falta de especificações ou de detalhamento na documentação (projetos, manuais de procedimentos), à utilização de materiais defeituosos ou de qualidade inferior, à falta de capacitação dos operários, além de outras.

Entre as principais consequências de se produzir com defeito, destacam-se: a redução do desempenho do produto final e os retrabalhos, ainda muito frequentes no setor da construção civil. Estes, além de gerarem perda física dos materiais utilizados, ainda causam: perdas no transporte, perdas no processamento (trabalho adicionado) e perda das inspeções que foram necessárias quando o produto estava sendo executado pela primeira vez.

7.1.7 Perdas no processamento em si

As perdas no processamento em si estão relacionadas com as características básicas de qualidade do produto e, de uma forma geral, associam-se ao patamar tecnológico ou à técnica construtiva adotada pela empresa.

Como exemplo pode-se citar: quebra manual de blocos devido à falta de blocos em tamanhos diferenciados para locais onde não é viável a colocação de blocos inteiros e recortes nas pedras cerâmicas para ajustes às áreas a serem revestidas.

7.1.8 Perdas por substituição

Consistem na utilização de materiais com características de desempenho superiores ao especificado em projeto, no emprego de mão-de-obra com melhor qualificação que a necessária ou no emprego de equipamentos com avanços tecnológicos onde equipamentos mais simples poderiam ser utilizados.

São exemplos de perda por substituição: oficiais (pedreiros, carpinteiros, etc) transportando materiais ou limpando o canteiro de obras, tarefas que de modo geral são realizadas por serventes; substituição do acabamento em pintura especificado em projeto por acabamento em pastilha cerâmica, entre outros.

8. RACIONALIZAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A DIMINUIÇÃO DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para Gehbauer (2004) construção civil hoje assume seu papel de indústria competitiva que registra os maiores índices de capacidade de emprego. Porém, ao contrário das outras indústrias de transformação, a construção civil possui peculiaridades que ao mesmo tempo em que dificultam o emprego de metodologias específicas, estimulam o sentimento de “engenhar” na busca de soluções mais econômicas e mais rápidas. Alie-se a isto a necessidade do setor de adequar-se às novas tendências industriais no que diz respeito à capacidade de reduzir-se ao mínimo o consumo dos recursos naturais e os resíduos gerados nos processos.

A racionalização da construção tem como objetivo a otimização do processo de construção (aumento de produtividade, rentabilidade e qualidade) através da aplicação de alguns princípios de economia. De acordo com Gehbauer (2004) a racionalização pode ser definida como sendo um “estudo do sistema de produção estabelecido com base na realidade, com o objetivo de definir melhorias”.

Ainda segundo Gehbauer (2004) é importante desmistificar a ideia que para que aconteça a racionalização dos processos é necessário um grande investimento financeiro por parte da organização, com a introdução de novas tecnologias

construtivas ou implementação de novos equipamentos no canteiro. A racionalização muitas vezes acontece com ações simples, com pequenas alterações na rotina de trabalho dos operários que produzirão frutos no tocante a melhoria do processo construtivo, economia de tempo, material e mão-de-obra, além de se evitar muitas vezes, a geração de resíduos.

Segundo este autor, a dinâmica da racionalização acontece em três níveis distintos, a saber:

- Racionalização do tipo 1 (R1): esforços de racionalização que visam o fluxo de material, a minimização das distâncias de transporte, a otimização das máquinas empregadas e a melhoria do fluxo de informações e da capacitação das pessoas envolvidas, ou seja, estudos de racionalização voltados para fatores que colocam efetivamente o processo de produção e do canteiro de obras no centro das atenções;

- Racionalização do tipo 2 (R2): esforços de racionalização que visam os processos gerais de uma empresa como aquisição, logística, novas tecnologias, disponibilização de recursos, gestão da informação, administração de pessoal, desenvolvimento de pessoal, estratégias, dentre outras;

- Racionalização do tipo 3 (R3): procura organizar a cadeia produtiva e suas interferências no foco da empresa.

A figura 2 mostra de forma ilustrativa os níveis distintos de racionalização propostos pelo autor Gehbauer.

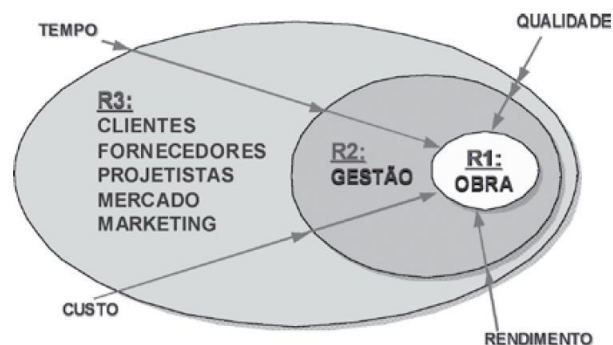


FIGURA 2 – Níveis distintos de racionalização

Fonte: Gehbauer, 2004

A racionalização tipo R1 (canteiro de obras), que será o foco deste trabalho, na maior parte das vezes pode ser implantada com recursos disponíveis na própria obra. O objetivo maior é proporcionar condições para que o processo construtivo suprima os tempos de espera e de ociosidade nas equipes e nas interfaces entre sucessivas equipes de trabalho.

9. METODOLOGIA

Com base em todo referencial teórico exposto até aqui, serão propostas a adoção do método de Racionalização tipo R1 em um canteiro de obra na cidade de São Luís – MA.

A metodologia a ser aplicada, constitui-se basicamente de cinco etapas: observar, medir, esboçar, pensar e corrigir. O processo analisado será observado, efetuando as medições necessárias, tempo gasto em cada processo, distâncias percorridas, número de pessoas e máquinas envolvidas. O fluxo do trabalho será registrado em um esboço que servirá para análise que, em seguida, serão introduzidas correções e ajustes no processo. Essa sequência pode ser melhor observada na figura 3 a seguir:

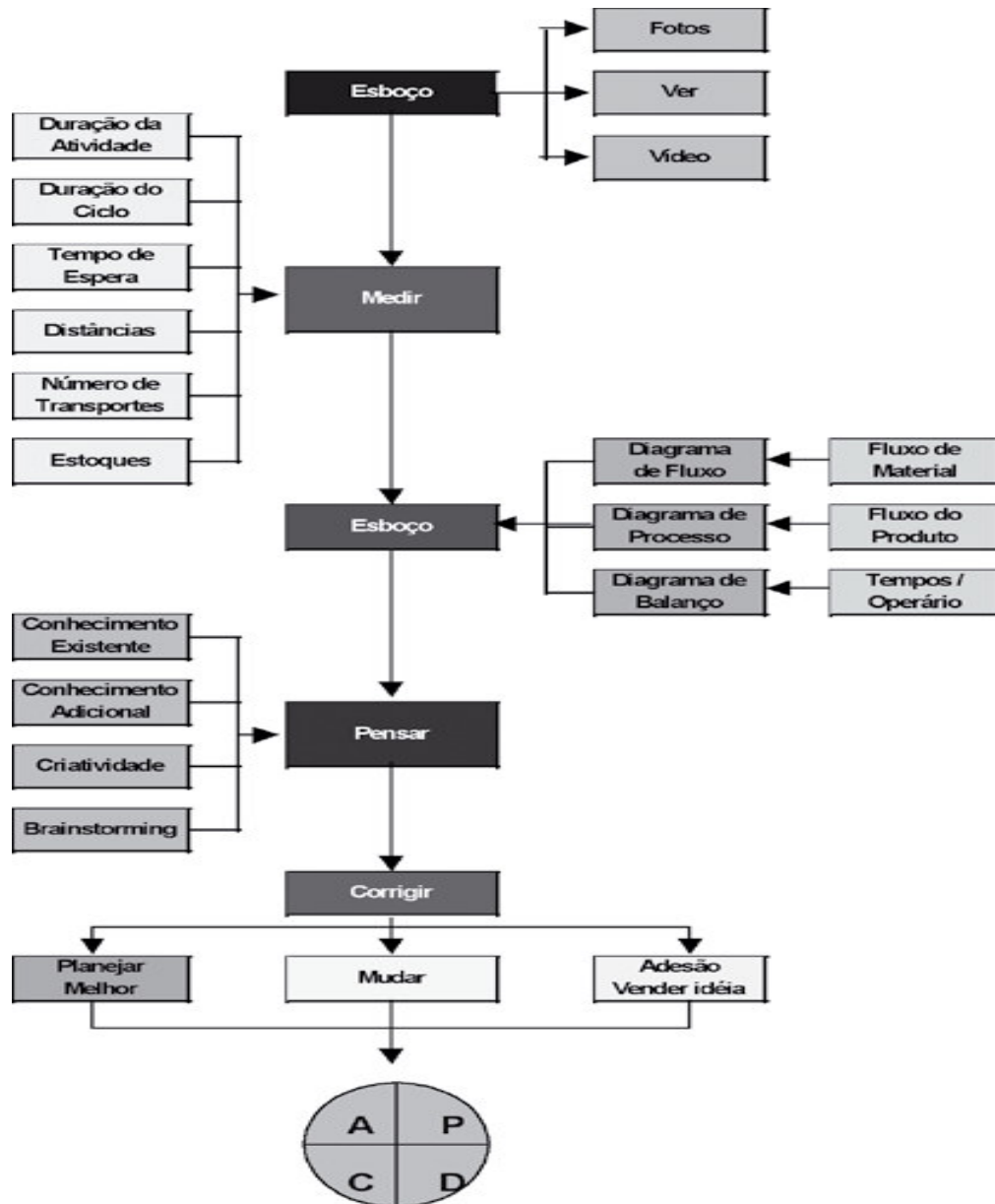


FIGURA 3 – Sequência das etapas da metodologia

Fonte: Gehbauer (2004)

Exemplo para ilustrar melhor o método R1: imagine que seria estudado a produção, transporte e entrega no local de aplicação de concreto estrutural em uma obra; a produção do concreto é feita no próprio canteiro em betoneira com carregador. Será então observada a produção, transporte e entrega de uma betonada de concreto e poderíamos dizer que o ciclo de trabalho observado seria 01 betonada de concreto. Dentro deste foco pode-se aplicar a metodologia de observar, medir o deslocamento de homens, máquinas e material, transferir a observação com suas medidas para um esboço (*layout*) e então pensar em mudanças que propiciassem redução de

distâncias, tempos, estoques intermediários, esforço físico desnecessário e energia, aumentando assim a produtividade e tornando a tarefa menos fatigante.

9.1 Formulários para a aplicação da metodologia

Para a aplicação da metodologia, podem ser aplicados alguns formulários que serão apresentados em anexo neste trabalho. São eles:

Formulário 6 – Diagrama de fluxo (Anexo 01): Ao identificar o problema ou o processo a estudar no canteiro procura-se traçar o fluxo do processo (em planta e/ou corte) com a indicação das distâncias existentes, número de pessoas (e em que locais estão) envolvidas, estoques de materiais, entre outros.

Formulário 7 – Atividades individuais (Anexo 02): Neste formulário são anotadas as atividades (no mesmo intervalo de tempo) dos diversos envolvidos no processo. Para isso, identifica-se previamente o ciclo de trabalho, indicando a quantidade produzida no mesmo. Podem-se adotar símbolos para simplificar o preenchimento e baseado no total de tempo do ciclo deve-se adotar uma unidade de tempo para a observação. É recomendado que mais de um observador registre estas atividades já que geralmente mais de um operário (e/ou máquina) está envolvido e muitas vezes em locais distintos o que inviabiliza a observação ao mesmo tempo por um único observador. Normalmente, deve-se definir o que observar e regular os relógios (ou usar cronômetros) para uniformizar as observações.

Formulário 8 – Diagrama de balanço das equipes (Anexo 03): Após a anotação das atividades individuais no Formulário 7 transfere-se o resultado para o gráfico de barras; o eixo vertical indica os períodos de tempo do processo e o horizontal os diversos operários observados. Cada atividade pode ser identificada com uma simbologia na barra e, para cada período de tempo, registra-se a atividade executada (exemplo carregando material, transportando, virando traço, esperando, subindo guincho, entre outros). Observa-se então o conjunto e procura-se identificar os problemas do processo: percebe-se muitas vezes tempos excessivos de espera de determinado operário que não seria percebido se não tivesse sido “medido”.

9.2 Escolha do estudo de caso

O canteiro de obra escolhido para o presente trabalho está localizado na estrada da Maioba, 192 – Alto Paranã II, São Luís – MA, executada por uma grande empresa do estado do Maranhão.

A obra escolhida para realização deste estudo foi designada pelo fato de ser um empreendimento com canteiro de obras extenso e, com equipamentos que permitiam uma logística de obra eficiente. Além disso, a obra havia finalizado a etapa de fundações e havia iniciado a fase de estrutura, estando em uma etapa ideal para aplicação das ações propostas por Gehbauer sobre seu método de racionalização.

9.3 Caracterização do Empreendimento

O empreendimento em execução trata-se de um condomínio residencial com seis torres (A/B, C/D, E/F, G/PCD/H, I/J, K/L) do sistema construtivo de alvenaria estrutural, compostas de térreo e 3 pavimentos tipo de mesma configuração de espaço, exceto o bloco de Pessoas Com Deficiência. Cada pavimento tipo possui de 4 a 6 apartamentos com 42m² a 48m², com 2 alas. No térreo, há o mesmo número de apartamentos e distribuição de espaço dos pavimentos tipo

Cada apartamento possui 2 quartos, sala de estar, varanda, banheiro social, cozinha e área de serviço. A área de lazer é composta com piscina, espaço gourmet, salão de festa, playground e quadra esportiva. As figuras a seguir ilustram a distribuição de espaço dos tipos de apartamento encontrados no empreendimento.

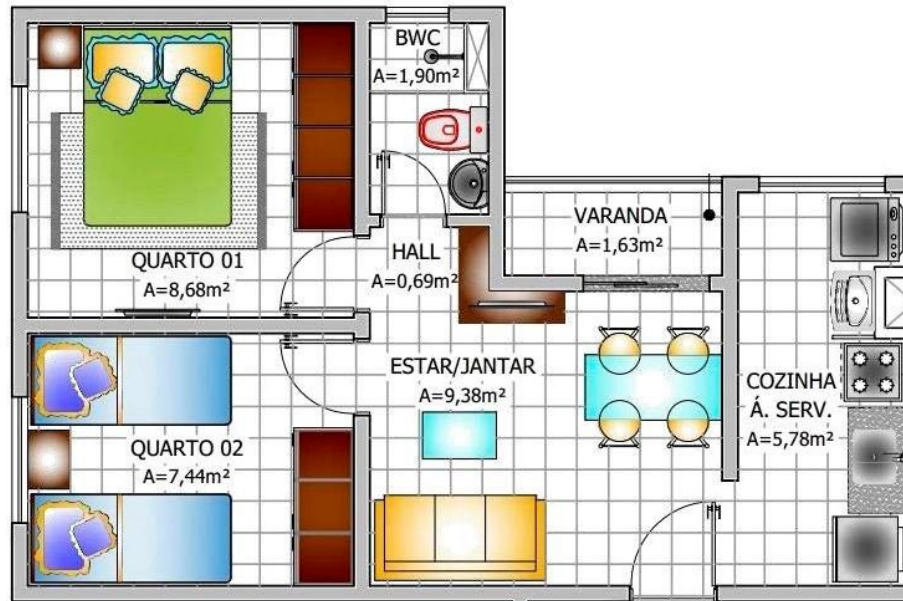


FIGURA 4 – Apartamento tipo 1, obra estudada

Fonte: Própria da empresa construtora, 2018



FIGURA 5 – Apartamento tipo 2, obra estudada

Fonte: Própria da empresa construtora, 2018



FIGURA 6 – Apartamento tipo 3, obra estudada

Fonte: Própria da empresa construtora, 2018

A obra foi iniciada em dezembro de 2018 e previsão de entrega para dezembro de 2021, totalizando um prazo de 36 meses. Conta com 102 colaboradores entre engenheiro, mestre de obras, encarregados, carpinteiros, serventes, capatazes, pintores, bombeiros, técnico de segurança, carpinteiros, ferreiros e auxiliares. Além disso, a obra possui central de armação com serra policorte, central de carpintaria com serra circular, central para corte de blocos estruturais e betoneira fixa no canteiro de obras. O projeto de implementação do empreendimento encontra-se no **Apêndice A** deste trabalho, assim como croqui do canteiro de obras que se encontra no **Apêndice B**. As imagens a seguir ilustram o empreendimento em execução.



FIGURA 7 – Canteiro de obra

Fonte: Própria do autor, 2019



FIGURA 8 – Canteiro de obra

Fonte: Própria do autor, 2019

10. FASE DE DIAGNÓSTICO

Esta fase teve como objetivo visualizar os possíveis pontos de melhoria em relação às movimentações de pessoas e materiais no canteiro, detectando quais etapas correspondentes a movimentação e espera poderiam ser minimizadas. Buscou-se dessa forma analisar a eficácia do planejamento existente na obra.

A fase de diagnóstico teve como característica uma coleta de dados por meio de observação sem intervenção, com registros de tempo cronometrados de cada atividade, análise do planejamento da obra e conversas informais com o corpo gerencial da obra, equipe administrativa de obra e equipes de produção.

Para a execução deste trabalho, foi observada uma única atividade que poderia ser melhorada na questão de tempo de produção e qualidade: Produção de argamassa de assentamento de alvenaria estrutural

10.1 Produção de argamassa de assentamento de alvenaria estrutural

Um problema observado no canteiro de obra foi quanto a produção de argamassa de assentamento, no qual as equipes de trabalho de execução (pedreiros e serventes) da alvenaria estrutural do empreendimento ficavam ociosas.

Explica-se: para “levantar” as paredes de alvenaria estrutural, a obra dispunha de dezoito equipes de trabalho, cada uma com três colaboradores (2 pedreiros e 1 servente) totalizando cinquenta e quatro funcionários para essa atividade. As equipes foram distribuídas nas torres do canteiro de obras onde, com auxílio de uma máquina carregadeira para transporte, recebem paletes-balde de argamassa de assentamento, e cada palete-balde de argamassa tem capacidade para uma betonada de 0,32 m³.

Ainda, um palete-balde (uma betonada) com argamassa tem capacidade de alimentar 3 equipes de trabalho, e o canteiro de obra dispõe de somente uma betoneira para fabricação de argamassa. Logo, todos os dias no início do expediente de trabalho, formam-se filas entre as equipes para receberem esses paletes-balde com argamassa para dar início às suas atividades.

Assim, para conhecimento da dimensão do tempo de produção desperdiçado no início do expediente de trabalho diário, foi feito um levantamento de tempo estimado para realização de um ciclo de fabricação ($0,32\text{m}^3$) de argamassa.

Um ciclo de fabricação de argamassa tem as seguintes etapas:

- 1) Inicia com o carregamento dos agregados para a betoneira;
- 2) Operação da betoneira (mistura dos materiais);
- 3) Retirada da argamassa da betoneira;
- 4) Finaliza com o despejo da argamassa no palete-balde próximo a betoneira;

10.1.1 Diagrama de fluxo da situação observada

Para a o estudo do ciclo de fabricação de uma betonada de argamassa, há 3 operários envolvidos:

- OP.1: servente, responsável por encher carros de mão com agregados das baias, transporte dos mesmos até a betoneira e descarga da argamassa na jérica;
- OP.2: servente, também se ocupa com o enchimento do carro de mão e seu transporte até a betoneira e descarga da argamassa na jérica;
- OP3: operador de betoneira, responsável por operar a betoneira e carrega-la com cimento;

O ciclo é finalizado assim que a última jérica com argamassa abastecer o palete-balde próximo a área de operação da betoneira. A partir daí, há um novo início do ciclo de fabricação.

As atividades dos operários e ilustração da configuração da central de produção de argamassa são representadas no diagrama de fluxo a seguir:

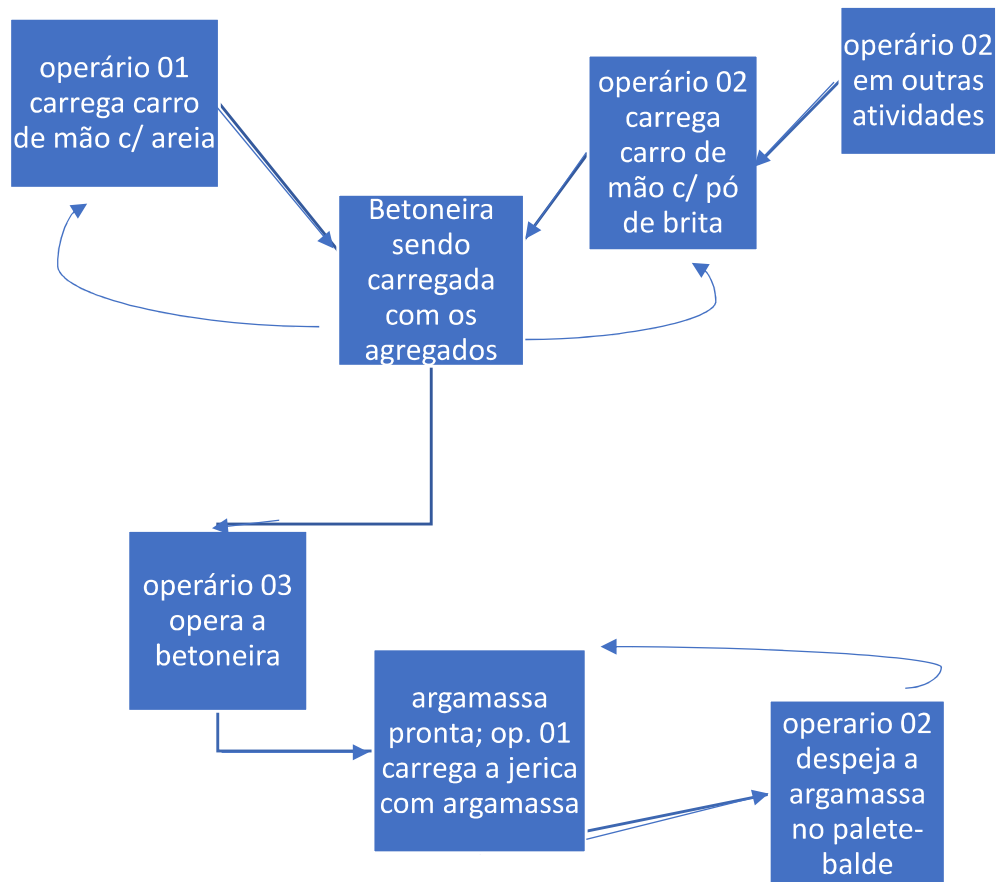


Figura 9: Diagrama de fluxo da situação observada

Fonte: Própria do autor, 2019

O fluxo tem início com o operário 1 e o operário 2 enchendo seus carros-de-mão com agregados, um com areia e o outro com brita, extraídos das respectivas baias que se encontram ao lado da máquina betoneira. Ambos os operários levam seus insumos para a betoneira em tempos distintos para evitar que, no momento do descarregamento na betoneira, seja descarregado um tipo de agregado por vez.

O traço para fabricação de uma betonada ($0,32\text{m}^3$) de argamassa é 1:2:2, sendo 1 saco de 50 kg de cimento, 2 carros-de-mão de areia e 2 carros-de-mão. O operário 3, além de operar a betoneira, ajuda a descarregar os agregados dos outros operários e também é responsável por alimentar a betoneira com cimento.

Por fim, após o preparo da argamassa, os operários 1 e 2 retiram a argamassa da betoneira e a leva até o palete-balde localizado em frente a betoneira, com auxílio de uma jERICA de metal com capacidade de 190 litros ($0,19\text{m}^3$), sendo assim necessário 2 levadas de jERICA com argamassa para descarga total da betoneira e enchimento do palete-balde.

10.1.2 Atividades individuais da situação observada

Para análise do tempo de preparo do ciclo de produção da argamassa, foi cronometrada cada ação individual de cada operário (tempo de enchimento do carro-de-mão, transporte, descarga do agregado na betoneira e etc.) numa quantidade de 7 ciclos por dia durante 4 dias, totalizando 28 amostras. Os tempos cronometrados individualmente estão no **Apêndice C** deste trabalho.

Pelos tempos cronometrados, os intervalos de cada atividade individual foram definidos em períodos de 1 minuto de observação, pois segundo o critério do autor Gehbauer (2004) em intervalos amostrais de pequeno tempo, não é necessário rigor no preenchimento dos formulários, pois sua leitura fica mais simples de ser visualizada e conseqüentemente, as possíveis soluções para os eventos também serão mais fáceis de resolver. Outro fator que explica a adoção desse intervalo de tempo são os outros tempos envolvidos no processo que não são computados aqui, como por exemplo, o tempo de transporte do palete-balde até o local de uso pelos pedreiros. O presente estudo visa os impactos que a produção de um ciclo de fabricação de argamassa tem sobre as equipes de trabalho de alvenaria.

No formulário apresentado a seguir, são mostrados os valores de tempo representativos de cada atividade individual retirados das 28 amostras. Foi observado que o ciclo de fabricação de uma betonada de argamassa se completou em 18 minutos. É interessante observar que o ciclo para cada operário termina em tempos diferentes.

LOGO	LISTA DE ATIVIDADES INDIVIDUAIS SITUAÇÃO OBSERVADA		
	DURAÇÃO (min)	Operário 01	Operário 02
0—1	enche c/ areia	outra atividade	espera
1—2	enche c/ areia	enche c/ pó de brita	espera
2—3	transporta areia	enche c/ pó de brita	espera
3—4	descarrega areia	transporta brita	descarrega areia
4—5	volta p/areia	descarrega brita	descarrega brita
5—6	enche c/ areia	volta p/brita	espera
6—7	enche c/ areia	enche c/ pó de brita	espera
7—8	transporta areia	enche c/ pó de brita	descarrega cimento
8—9	descarrega areia	transporta brita	descarrega areia
9--10	outra atividade	descarrega brita	descarrega brita
10--11	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira
11--12	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira
12--13	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira
13--14	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira
14--15	carrega a jerica	transporta jerica	espera
15--16	Espera	descarrega jerica	espera
16--17	carrega a jerica	transporta jerica	espera
17--18	Espera	descarrega jerica	espera

Quadro 1: Atividades individuais da situação observada

Fonte: Própria do autor, 2019

10.1.3 Diagrama de balanço da situação observada

O diagrama seguinte representa, em simbologia de cores, cada atividade executada observada facilitando a leitura dos dados.

A atividade individual “outras atividades” presente nos diagramas de balanço da situação observada e do diagrama de atividades individuais diz respeito a outras tarefas que não fazem parte de forma direta na produção do ciclo de produção de argamassa, como por exemplo a limpeza da betoneira, transporte de sacos de cimento na proximidade da betoneira, organização dos agregados nas baias, entre outros.

LOGO	DIAGRAMA DE BALANÇO SITUAÇÃO OBSERVADA					
	DURAÇÃO (min)	Op. 01	Op. 02	Op. 03	18 min = 100%	
0					ECP	enche c/ pó brita
1		ECA	AO		TA	transporte areia
2		ECA		E	DAP	des. Arg. Palete
3		TA	ECP		E	Espera
4		DA	TP	DA	OB	opera betoneira
5		VA	DPB	DPB	OA	outras atividades
6		ECA	VPB	E	VA	volta p/areia
7			ECP		DC	descarrega cimento
8		TA		DC	CJ	carrega jerica
9		DA	TP	DA	ECA	enche c/areia
10			DPB	DPB	DPB	des. Pó Br.
11					DJ	des. Jerica
12		AO	AO	OB	TJ	trans. Jerica
13					VPB	volta p/brita
14					DA	descarga areia
15		CJ	TJ		TP	transporte pó
16		E	DJ			
17		CJ	TJ	E		
18		E	DJ			

Quadro 2: Diagrama de balanço da situação observada

Fonte: Própria do autor, 2019

10.1.4 Leitura dos dados

Voltando para o impacto que a fabricação de argamassa tem sobre a produção dos funcionários no canteiro de obras, a tabela a seguir mostra o tempo que as equipes de trabalho ficam sem produzir por conta da configuração do próprio canteiro de fornecer uma única betoneira para fabricar argamassa.

TEMPO DE ESPERA DAS EQUIPES DE ALVENARIA ENTRE OS CICLOS DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA						
Ordem	Tempo de espera (min)					
1º Palete	18					
2º Palete		36				
3º Palete			54			
4º Palete				72		
5º Palete					90	
6º Palete						108
observação já mencionada: 1 palete serve 3 equipes						

Quadro 3: Tempo de espera das equipes para receber 1 palete de argamassa

Fonte: Própria do autor, 2019

Observando a tabela, verifica-se que as últimas 3 equipes, com um total de 9 funcionários (2 pedreiros e 1 servente por equipe) ficam ociosas por 1 hora e 48 minutos todos os dias no início do expediente de trabalho.

Fazendo uma conta simples para essas últimas equipes considerando a configuração de ordem da tabela: todos os funcionários estão dentro do regime CLT, sendo que um empregado trabalha 40 horas por semana e 220 horas por mês. Se esse quadro mostrado na tabela permanece em uma semana de trabalho (8 horas diárias e 5 vezes por semana), isso corresponde a 540 minutos (9 horas de trabalho) de ociosidade para cada um dos 9 funcionários, o que equivale a 1 dia e 1 hora de trabalho por semana a menos. Considerando um mês de trabalho com 4 semanas, a conta chega a 2160 min ou 36 horas de trabalho (4 dias e 4 horas de trabalho a menos para cada um dos 9 funcionários).

Vale observar que a conta anterior não foi feita para as demais equipes, mostrando que o problema se torna maior.

Ainda na situação descrita anteriormente, os 9 funcionários juntos representam 81 horas de ociosidade de trabalho por semana, o que equivale a hora total trabalhada por 2 funcionários em uma semana.

10.2 Possíveis soluções

Com base nos dados da seção anterior deste trabalho, buscou-se uma solução para minimização da ociosidade dos funcionários das equipes de trabalho de alvenaria no canteiro de obras no início do expediente diário de trabalho.

A primeira e mais óbvia seria a implementação de mais uma betoneira no canteiro. Solução essa que não desprenderia recurso por parte da empresa quanto a compra de uma nova betoneira, já que o próprio canteiro de obras já dispõe de uma outra betoneira que é dedicada exclusivamente para fabricação de pré-moldados e graute.

A produção de pré-moldados e graute acontecem em quantidades bem menores do que a de argamassa e algumas vezes, a betoneira nem chega a ser ligada durante um turno inteiro de trabalho. Além disso, a equipe dedicada pra a produção de graute e pré-moldados conta apenas com 1 servente, 1 pedreiro e 1 operador de betoneira.

Sendo assim, essa outra betoneira funcionando por apenas algumas horas no início do expediente de trabalho diário para a produção de argamassa melhoraria muito a produção dentro do canteiro.

A outra solução foi testada no canteiro de obras com a permissão da administração do canteiro com auxílio direto do encarregado da obra, com base nos resultados dos dados anteriores.

10.2.1 Diagrama de fluxo da situação melhorada

A primeira sugestão para melhoria da produção de fabricação da argamassa foi realocar mais 1 operário (servente) para auxiliar na atividade de carregamento dos agregados no carro-de-mão, pois muitas vezes os outros 2 operários responsáveis pelo carregamento com areia e brita, ficam com uma “má vontade” de realizar suas funções, prejudicando a produção. Esse novo operário também não desprende novos recursos por parte da empresa, já que ele viria de uma das equipes de trabalho da

alvenaria e, além disso, são eles (os serventes das equipes) os responsáveis por solicitar os paletes-balde de argamassa na usina de argamassa para as equipes de alvenaria.

Desse modo, além de solicitar a argamassa para um ponto da obra, eles podem funcionar como uma espécie de agente que melhora o ritmo da produção de argamassa, uma vez que quanto mais rápido for produzido esse insumo, mais rápido ele chega no ponto de utilização e mais rápido a equipe dele produz, e isso significa mais dinheiro para o próprio servente, já que há na empresa uma bonificação por produção de trabalho além do salário regular mensal.

A segunda sugestão foi a retirada do uso de jericas para transportar a argamassa da betoneira e realocar o paletes-balde junto a betoneira, descarregando a argamassa diretamente na mesma. O diagrama de fluxo da situação melhorada é mostrado a seguir:

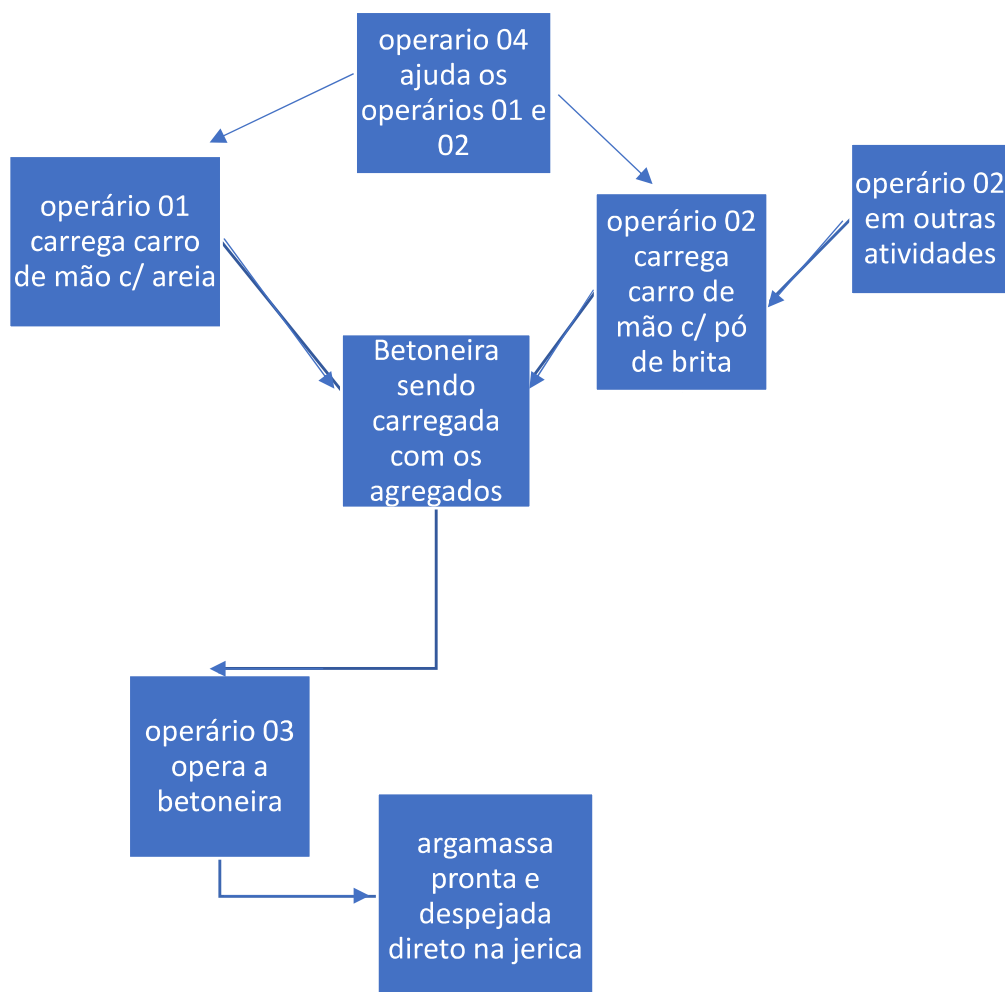


Figura 10: Diagrama de fluxo da situação melhorada

Fonte: Própria do autor, 2019

10.2.2 Atividades individuais da situação melhorada

Com a inserção de mais um operário (Operário 4) no ciclo de produção de uma betonada de argamassa e dando a ele a tarefa de atuar nas baias de areia e pó de brita, ajudando a carregar os carros-de-mão de cada um dos outros 2 operários (um por vez) diminuiu-se o tempo dessa atividade individual. O mesmo aconteceu para a extinção das atividades individuais com relação ao descarregamento da argamassa da betoneira.

O tempo otimizado para a produção de um ciclo de argamassa foi de 13 minutos, 28% melhor que a situação anterior observada. Ressaltando que foi cronometrado a mesma quantidade de amostras, seguindo os mesmos passos da fase de coleta de dados na situação de observação. Os resultados são mostrados no diagrama de atividades individuais a seguir:

LOGO	LISTA DE ATIVIDADES INDIVIDUAIS SITUAÇÃO MELHORADA			
	Operário 01	Operário 02	Operário 03	Operário 04
0—1	enche c/ areia	outra atividade	descarrega cimento	enche c/areia
1—2	transporta areia	enche c/ pó de brita	Espera	enche c/ pó de brita
2—3	descarrega areia	transporta brita	descarrega areia	espera
3—4	volta p/areia	descarrega brita	descarrega brita	espera
4—5	enche c/ areia	volta p/brita	Espera	enche c/ areia
5—6	transporta areia	enche c/ pó de brita	Espera	enche c/ pó de brita
6—7	descarrega areia	transporta brita	descarrega areia	outra atividade
7—8	outra atividade	descarrega brita	descarrega brita	outra atividade
8—9	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira	outra atividade
9—10	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira	outra atividade
10—11	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira	outra atividade
11—12	outra atividade	outra atividade	opera a betoneira	outra atividade
12—13	outra atividade	outra atividade	carrega palete	outra atividade

Quadro 4: Lista de atividades individuais; situação melhorada

Fonte: Própria do autor, 2019

10.2.3 Diagrama de balanço da situação melhorada

LOGO	DIAGRAMA DE BALANÇO SITUAÇÃO MELHORADA					
DURAÇÃO (min)	Op. 01	Op. 02	Op. 03	Op. 04	13 min = 100%	
0					ECP	enche c/ pó brita
1	ECA	OA	DC	ECA	TA	transporte areia
2	TA	ECP	E	ECP	DAP	des. Arg. Palete
3	DA	TP	DA	E	E	Espera
4	VA	DPB	DPB		OB	opera betoneira
5	ECA	VPB	E	ECA	OA	outras atividades
6	TA	ECP		ECP	VA	volta p/areia
7	DA	TP	DA	OA	DC	descarrega cimento
8	AO	DPB	DPB		CJ	carrega jerica
9		OA	OB		ECA	enche c/areia
10				DPB	des. Pó Br.	
11	DJ			des. Jerica		
12	AO	OA	OB	OA	TJ	trans. Jerica
13					CP	volta p/brita
					DA	descarga areia
					TP	transporte pó
					CP	carrega palete

Quadro 5: Diagrama de balanço da situação melhorada**Fonte:** Própria do autor, 2019

O operário 3, operador da betoneira, é o último funcionário a participar de forma direta no ciclo de produção da argamassa de assentamento de alvenaria.

10.2.4 Leitura dos dados otimizados

A tabela a seguir mostra o tempo que as equipes de trabalho ficam sem produzir por conta da configuração do próprio canteiro, agora com uma betoneira a mais e com o tempo de produção otimizado para se fabricar um ciclo de argamassa de assentamento de alvenaria.

TEMPO DE ESPERA OTIMIZADO DAS EQUIPES DE ALVENARIA ENTRE OS CICLOS DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA						
Ordem	Tempo de espera (min)					
1º Palete	13					
2º Palete	13					
3º Palete			26			
4º Palete			26			
5º Palete					39	
6º Palete					39	
observação já mencionada: 1 palete serve 3 equipes						

Quadro 6: Tempo de espera otimizado das equipes para receber 1 palete de argamassa

Fonte: Própria do autor, 2019

Observando a tabela acima, considerando que há uma nova betoneira operando para fabricação de argamassa, os paletes-balde passam a ser produzidos em pares de forma simultânea diminuindo pela metade o tempo de espera por parte das equipes de trabalho e acrescido ainda o tempo de 5 minutos a menos para a sua produção em cada betonada.

Colocando a mesma situação anterior, na fase de observação, as últimas equipes que recebem os paletes-balde ficam ociosas por 39 minutos, uma diminuição de 69 minutos em relação ao tempo anterior.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso realizado neste trabalho deixa claro que ter um processo de planejamento e controle da produção na construção civil é fundamental para garantir que a obra seja entregue dentro do prazo, com qualidade e dentro dos custos planejados. As perdas com transporte, movimentações desnecessárias, ociosidade do funcionário, entre outras, fazem parte das atividades de fluxo que não agregam valor ao produto final.

Os diagramas de otimização mostraram ações que foram eficazes para redução da ociosidade de produção das equipes de trabalho de assentamento de alvenaria estrutural, aumentando a produtividade dos funcionários envolvidos e sem aumento de custo, uma das filosofias da *lean construction*.

Observa-se que muitos problemas poderiam ser evitados dentro do canteiro de obras com uma maior fiscalização e gerenciamento dos processos construtivos, como por exemplo, aumentando o número de funcionários envolvidos na administração do canteiro, uma vez que a obra conta apenas com 1 encarregado, 1 auxiliar de engenharia, 1 engenheiro e 1 técnico de edificações.

A razão dessa solução poderia ser explicada pelo fato de o engenheiro, junto com o auxiliar de engenharia, estariam mais preocupados com a parte indireta da obra, como folha de pagamento, aquisição de insumos, preenchimento de documentos burocráticos, entre outros. Assim, o encarregado e o técnico de edificações ficariam responsáveis pela operação produtiva de toda equipe de trabalho envolvida na obra, aproximadamente 96 funcionários.

Métodos de racionalização, baseadas na *Lean Construction*, facilitam na identificação desses problemas, ajudando a otimizar a linha de produção construtiva minimizando os desperdícios.

REFERÊNCIAS

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – **A construção civil pode dar um novo ânimo a economia**. Disponível em: <[https:// www.cbic.org.br](https://www.cbic.org.br)> Acessado em: 12/05/2019

FORMOSO, C. T. et al. **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Técnica. São Paulo, 1996.

GEHBAUER FRITZ. **Racionalização na Construção Civil: Como Melhorar Processos de Produção e Gestão**. Recife, Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

HONDA, R. H. **Subsídios para o planejamento da implantação do sistema de Lean Construction em uma construtora**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, SP: 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/>>Acessado em: 15/05/2019

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

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005. Título original: The Toyota way.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. M. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean Construction**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru, São Paulo, 2006.

MATTOS, A.D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo, Pini, 2010.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Introdução à administração**. São Paulo: Atlas, 1995.

MICHELIS, M. H. **Avaliação da aplicação de conceitos do Lean Construction no planejamento e gestão de uma obra residencial multipavimentos em Curitiba - PR**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997, 149p.

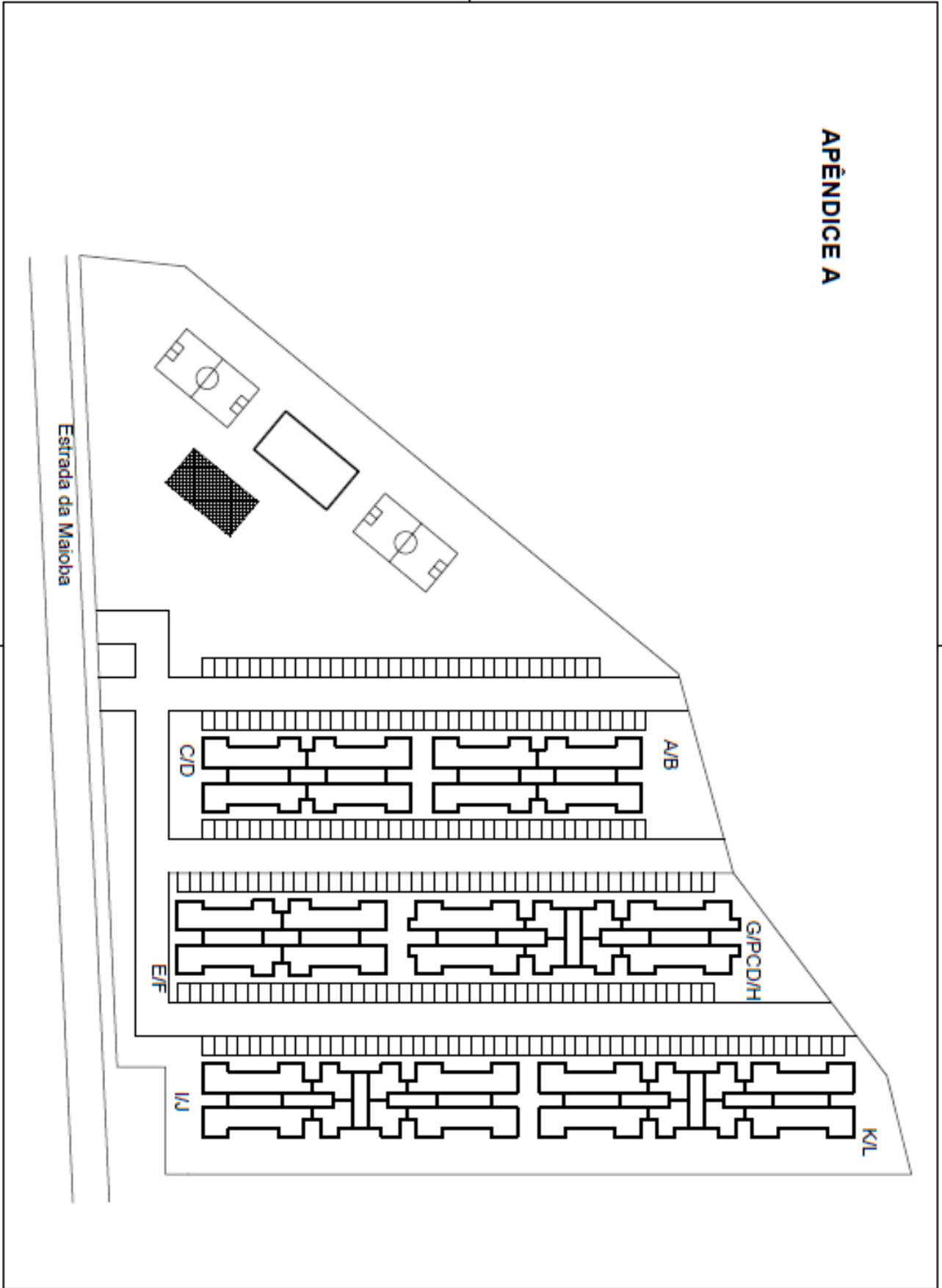
PEREIRA, C. M.; MOURA, R. C. A.; **Qualidade na construção civil: um estudo de caso em duas empresas da construção civil em Aracaju**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 1, n.16, p. 147-157, mar. 2013

ROCHA, R. P. **Aplicação da técnica Lean Construction em empresas construtoras de edifícios residenciais.** 2008. São Paulo.

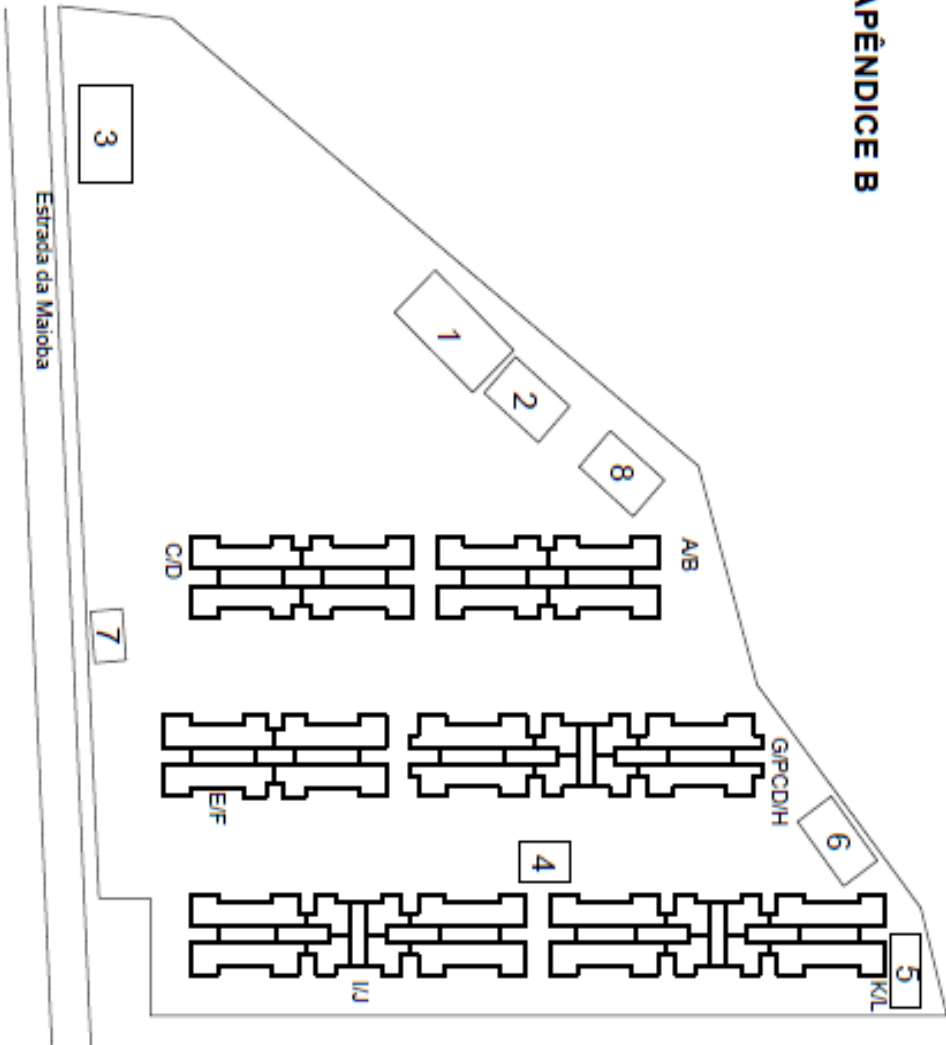
SANTO, J. O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.; MARINHO, A. A. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais.** Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas, Maceió: v. 1, n.1, p. 73-84, maio 2014.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 5a. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

APÊNDICE A




APÊNDICE B




LEGENDA

- 1 - Almoxarifado
- 2 - Administrativo
- 3 - Betoneira/baixas
- 4 - Betoneiras/baixas
- 5 - Vestiário
- 6 - Releatório
- 7 - Bloco estrutural
- 8 - Serralheria/Ferragens

ANEXO 01: FORMULÁRIO 06

FLUXOGRAMA		FORM. 06
Obra:	Data:	Resp.:
Processo a estudar:		
Fluxograma:		
Identificação de entradas e saídas		
Entradas		Saídas
		

ANEXO 3: FORMULARIO 08

	DIAGRAMA DE BALANÇO DE EQUIPES		FORM. 08		
Obra:	Data:	Resp.:			
Ciclo analisado: 35 ▲	Quantidade Produzida: Operários e máquinas observados				
Legenda					
■	Carrega	■	Retorna	■	Transporta
■	Espera	■	Aplica	■	Outros
■	Espera	■	Aplica	■	Outros