

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Rafael Goerg

**Análise do processo logístico de obras internacionais em uma
empresa de sistemas pré-fabricados metálicos**

Avaliador:

Defesa: dia 25/01/2018 às 16:30 horas

Local: UFRGS / NORIE – sala 300

Anotações com sugestões para qualificar o trabalho são bem-vindas. O aluno fará as correções e lhe passará a versão final do trabalho, se for de seu interesse.

Porto Alegre

Janeiro 2018

Rafael Goerg

**ANÁLISE DO PROCESSO LOGÍSTICO DE OBRAS
INTERNACIONAIS EM UMA EMPRESA DE SISTEMAS PRÉ-
FABRICADOS METÁLICOS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientadora: Daniela Dietz Viana
Coorientador: Carlos Torres Formoso

Porto Alegre
Janeiro 2018

RAFAEL GOERG

**ANÁLISE DO PROCESSO LOGÍSTICO DE OBRAS
INTERNACIONAIS EM UMA EMPRESA DE SISTEMAS PRÉ-
FABRICADOS METÁLICOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela banca examinadora.

Porto Alegre, janeiro de 2018

Profa. Daniela Dietz Viana
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. Carlos Torres Formoso
Dr. pela Universidade de Salford
Coorientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Daniela Dietz Viana (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Carlos Torres Formoso (UFRGS)
Dr. pela University of Salford

Prof. Ricardo Augusto Cassel (UFRGS)
Dr. pela Lancaster University

Prof. Everton da Silveira Farias (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

À minha família pelo apoio constante e amor incondicional em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Luis e Lucia, pelo carinho, amor e atenção que sempre tiveram em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos meus irmãos, Paula e Marcelo, pela sabedoria e exemplo de vida passados, que me ensinaram a buscar sempre a felicidade naquilo que procuro fazer.

Agradeço à Vitória, minha namorada, pela companhia, apoio, companheirismo e paciência nos momentos mais difíceis.

Agradeço à minha orientadora, Daniela Dietz Viana, pelo suporte na elaboração deste trabalho, assim como em todas as etapas do processo de matrícula e envio deste trabalho, por todo o conhecimento repassado durante este processo e pela tranquilidade repassada nos momentos mais críticos do trabalho.

Agradeço ao meu coorientador, Carlos Torres Formoso, por todo o conhecimento repassado desde o meu primeiro dia de aula até o último no curso de engenharia civil. Pela paciência, dedicação e por todas as oportunidades de aprendizado criadas, desde oportunidades de estágio, participação em projetos internacionais, em aulas da pós-graduação e, principalmente, por me instigar a procurar o conhecimento fora do país, o que me possibilitou um crescimento muito mais do que só acadêmico, mas também pessoal.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Shibaura Institute of Technology, por todas as oportunidades oferecidas durante esses anos de graduação e aos colegas com os quais tive a alegria de conviver e trocar experiências.

Em especial à Jéssica Moraes, Fernando Bessler e Bruno Rizzon por me acompanharem do início ao fim da graduação e por toda a ajuda e cerveja compartilhada nesses anos.

E também ao pessoal que teve a oportunidade de viver esta experiência de morar e estudar no Japão comigo, e que sem os quais não teria sobrevivido: Pedro Augusto Vieira, Rafael Choucair, Daniel Reis, Vinicius Paz e A-Yang Hung.

Agradeço aos meus amigos de infância por todas as experiências vividas e que me levaram a ser quem eu sou e chegar até onde estou agora.

In a dark place we find ourselves, and a little more
knowledge lights our way.

Yoda, The Grand Master of the Jedi Order

RESUMO

GOERG, R. **Análise do processo logístico de obras internacionais em uma empresa de sistemas pré-fabricados metálicos.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Ao longo dos anos a demanda por eficiência na construção vem crescendo e junto com ela a busca por alternativas que possibilitem a realização deste objetivo, uma opção que ganha a cada dia mais força é a utilização de sistemas construtivos pré-fabricados. O aumento da complexidade do processo construtivo devido a utilização destes sistemas leva as empresas a buscar soluções que auxiliem na gestão destes empreendimentos. Segundo a literatura, grande parte dos ganhos proporcionados nesta ação de industrialização da construção provem da gestão eficiente do processo logístico, tanto a nível de logística de suprimentos quanto a nível de logística de canteiro. Poucos são os trabalhos focados na logística de suprimentos para obras de construção civil. Logo, este trabalho busca auxiliar no preenchimento desta lacuna de conhecimento ao realizar a análise do processo logístico de duas obras internacionais realizadas por uma empresa do setor especializada em sistemas construtivos metálicos. Os dois estudos de casos foram realizados durante a fase de produção e embarque das obras e serviram para a elaboração de uma ferramenta de consolidação e análise de informações do processo produtivo. O estudo apresenta os resultados obtidos e propõe algumas melhorias para a gestão do processo logístico da empresa.

Palavras-chave: Planejamento e controle logístico; sistemas pré-fabricados; obras internacionais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção	26
Figura 2 – Modelo de processo tradicional	28
Figura 3 – Produção como um fluxo de processos.....	30
Figura 4 – Diagrama de desenvolvimento do trabalho.....	37
Figura 5 – Modelo 3D do empreendimento do estudo de caso I.....	41
Figura 6 – Divisão de etapas do empreendimento do estudo de caso I.....	42
Figura 7 – Exemplo de planilha utilizada na reunião semanal de obras (engenharia)	43
Figura 8 – Exemplo de planilha utilizada na reunião semanal de obras (fabricação)	44
Figura 9 – Modelo 3D do empreendimento do estudo de caso II.....	45
Figura 10 – Divisão de etapas do empreendimento do estudo de caso II.....	46
Figura 11 – Principais etapas do processo de construção.....	49
Figura 12 – Aprazamento estudo de caso I	54
Figura 13 – Subdivisão de etapas	55
Figura 14 – Criação de etapas e subetapas (Caso I)	56
Figura 15 – Descrição das subetapas (Caso I).....	56
Figura 16 – Resumo do processo logístico (Análise de Embarques Caso I).....	57
Figura 17 – Resumo das cargas por etapa (Análise de Embarques Caso I)	58
Figura 18 – Resumo das cargas por subetapa (Análise de Embarques Caso I).....	59
Figura 19 – Resumo do processo logístico (Análise de Embarques Caso II - parte 1)	63
Figura 20 – Resumo do processo logístico (Análise de Embarques Caso II - parte 2)	64
Figura 21 – Resumo das cargas por etapa e subetapa (Análise de Embarques Caso II)	64
Figura 22 - Terceiro embarque do Caso II	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fontes de evidências	36
Quadro 2 – Cronograma de Trabalho	39
Quadro 3 – Divisão de etapas do empreendimento	53
Quadro 4 – Divisão de etapas do empreendimento	61

LISTA DE SIGLAS

ES – Espírito Santo

ETA – *Estimated Time of Arrival*, ou tempo estimado de chegada

ETO – *Engineer-to-order*, ou engenharia sob encomenda

IGLC – *International Group for Lean Construction*

JIT – *Just-in-time*

LIB – Léxico Lean

MFP – Mecanismo da Função Produção

NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

PABLB – Porto de Balboa, Panamá

PCP – Planejamento e Controle de Produção

RIG – Porto de Rio Grande, Rio Grande do Sul

RS – Rio Grande do Sul

SLP – Sistema *Last Planner*

STP – Sistema Toyota de Produção

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

USD – Dólar americano

VIT – Porto de Vitória, Espírito Santo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 MOTIVAÇÃO.....	21
1.2 CONTEXTO.....	22
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 CONCEITOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	25
2.1.1 Sistema Toyota de Produção	25
2.1.2 Transferência das Ideias do STP para a Construção Civil	27
2.2 LOGÍSTICA DE SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS	31
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	35
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	35
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	37
3.3 CRONOGRAMA DE TRABALHO	39
3.4 ESTUDOS ANTERIORES EFETUADOS NA EMPRESA A.....	39
3.5 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASOS	41
3.5.1 Estudo de Caso I.....	41
3.5.2 Estudo de Caso II	45
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	49
4.1 PROCESSO PRODUTIVO.....	49
4.2 LOGÍSTICA.....	50
4.3 ESTUDO DE CASO I.....	52
4.4 ESTUDO DE CASO II.....	60
4.5 DISCUSSÃO FINAL	65
5 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto do tema proposto. Em seguida é apresentada a motivação para a execução do trabalho. O problema de pesquisa é apresentado e discutido, considerando dois tópicos principais: a gestão da produção e a logística de sistemas pré-fabricados. Por fim, são apresentados os objetivos deste trabalho.

1.1 MOTIVAÇÃO

O presente trabalho é focado no processo logístico de obras internacionais de uma empresa de sistemas pré-fabricados metálicos. A referida empresa atua no ramo fornecendo soluções completas para obras, desde projeto, fabricação e montagem no canteiro de obras. Desta forma, a empresa apresenta um sistema de produção que pode ser classificado como *engineer-to-order* (ETO)¹. Neste sistema de produção, os pedidos dos clientes são recebidos na fase de concepção do produto (GOSLING; NAIM, 2009), o que resulta na necessidade de um grau elevado de customização ao produto.

A empresa, denominada neste trabalho de Empresa A, tem participado de diversas pesquisas em parceria com o Núcleo Orientado para Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), desde janeiro de 2011, relacionando à aplicação de conceitos e princípios da Produção Enxuta nos processos de projeto, logística e montagem.

Em reunião realizada com o gestor de contratos de obras internacionais da empresa, alguns tópicos referentes aos problemas enfrentados no processo de exportação foram levantados, sendo um desses problemas foi selecionado para ser abordado neste trabalho. O problema escolhido foi o alto custo da logística de obras internacionais. Em obras nacionais, o custo logístico da obra gira em torno de 2 a 4% do valor da receita total do projeto. Já em obras internacionais, esses valores variam de 6 a 12% do valor da receita total. Segundo dados fornecidos pela empresa A, em obras internacionais a logística é o segundo ou o terceiro maior

¹ *Engineer-to-order* (ETO) ou engenharia sob encomenda: neste tipo de sistema, o projeto, a produção e a montagem final são feitos a partir de decisões do cliente. O que torna o produto final único (devido a personalização do pedido) e reduz a quantidade de estoques (VOLLMANN *et al.*, 2005)

custo, juntamente com os custos de montagem das obras. Por fazer parte do quadro de funcionários desta empresa, o autor buscou iniciar a análise deste problema no processo de exportação.

1.2 CONTEXTO

Os clientes do setor da construção civil têm demandado obras cada vez mais eficientes, rápidas, seguras e de qualidade, o que tem feito algumas empresas se voltarem para o uso de tecnologias industrializadas (BATAGLIN, 2017). Com isso, uma das práticas que vem crescendo dentro da construção civil é a industrialização da construção, que normalmente tende a reduzir a quantidade de trabalhos realizados em obra (KOSKELA, 2003), eliminando o caráter artesanal de alguns processos, e trazer essas atividades para plantas industriais, para produção fabril, buscando a mecanização de processos e um melhor controle sobre a produção (BALLARD; HOWELL, 1998). Dentro desta realidade, a utilização de sistemas construtivos pré-fabricados vem ganhando cada vez mais espaço por oferecer significativas vantagens em comparação ao método tradicional de construção. As principais vantagens citadas pela literatura são: redução dos custos totais, redução do tempo de construção, melhoria da qualidade e redução de perdas (DEFFENSE; CACHADINHA, 2011; ZHAI; ZHONG; HUANG, 2015). Segundo Ballard e Howell (1998), estas vantagens vêm da transferência dessas atividades de construção do canteiro de obras para dentro de fábricas, possibilitando a execução das mesmas em um ambiente mais controlado.

Neste processo de industrialização, o Sistema Toyota de Produção (STP) é considerado a maior referência no que tange à melhoria da gestão de produção. O STP visa à redução de recursos necessários para a produção e a aproximação do produto às necessidades dos clientes (WOMACK; JONES, 2003).

Dentro do contexto de industrialização da construção, a pré-fabricação de sistemas e componentes construtivos detém o potencial de melhorar a eficiência na construção (MATT; DALLASEGA; RAUCH, 2014). Com a industrialização, o processo de construção tende a tornar-se mais complexo, pois surge a necessidade de dois locais de produção: fábrica e canteiro de obras e, com isso, uma maior necessidade de coordenação (KOSKELA, 1992). Para Lessing (2006), a pré-fabricação deve incluir, além de um sistema de planejamento e controle adequado, um sistema logístico integrado ao processo construtivo.

Sistemas pré-fabricados buscam trazer melhorias no controle de qualidade, economia de espaço de armazenamento (ČUŠ-BABIČ et al., 2014), aumento da eficiência e rapidez no processo de montagem (PHENG; CHUAN, 2001). Porém, todas essas melhorias que estes sistemas trazem podem ser perdidas se a logística não for devidamente gerenciada (PHENG; CHUAN, 2001). Assim, a coordenação é especialmente importante para este processo, tendo em vista que muitas empresas operam em um ambiente de múltiplos empreendimentos e atendem distintos canteiros de obras (ČUŠ-BABIČ et al., 2014).

O planejamento da construção envolve o sequenciamento de atividades no espaço e no tempo, considerando aquisições, recursos, restrições espaciais e outras preocupações (EASTMAN et al., 2011). À medida que a utilização de sistemas pré-fabricados reduz o trabalho no canteiro de obras, a necessidade de conectividade e sincronização entre as atividades aumenta, elevando a complexidade e a necessidade de planejamento das atividades a serem realizadas em obra (LARSSON; SIMONSSON, 2012). Sendo assim, os processos tradicionais de planejamento e controle tendem a não ser tão eficientes e o planejamento dos processos logísticos acabam se tornando mais críticos. Dessa forma, percebe-se a importância que a correta aplicação dos conceitos derivados do STP no gerenciamento dos processos logísticos vem ganhando nos últimos anos dentro da construção civil.

Tanto na literatura, como nas aplicações práticas, é perceptível que os trabalhos voltados a logística na construção civil têm, em sua maioria, o foco na logística de canteiro, sendo poucos os trabalhos voltados a logística de suprimentos para a construção civil (BATAGLIN, 2017). Porém, ambos os processos logísticos devem ser planejados, operados e controlados de forma a atingir seus objetivos de forma integrada.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Este trabalho tem por objetivo principal “analisar o processo logístico de obras internacionais em uma empresa de sistemas pré-fabricados metálicos”.

Como objetivo secundário deste trabalho, se busca a avaliação de dois empreendimentos da empresa, a fim de identificar pontos de melhoria e aprendizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo apresenta uma breve revisão dos conceitos que serão aplicados no trabalho e está dividido em dois tópicos, um referente aos conceitos de gestão da produção e outro referente a logística de sistemas pré-fabricados.

2.1 CONCEITOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

Esta seção foi dividida em duas subseções de forma a facilitar o entendimento dos conceitos apresentados, sendo primeiro apresentado o Sistema Toyota de Produção (STP) e posteriormente a transferência desses conceitos para a construção civil.

2.1.1 Sistema Toyota de Produção

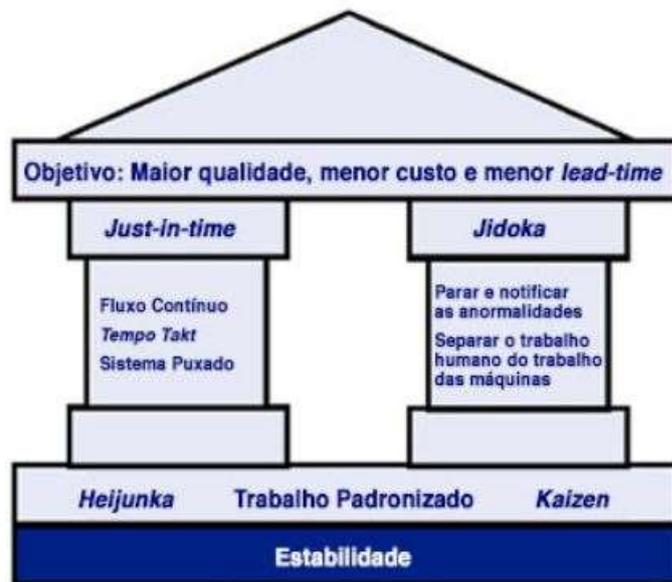
Os conceitos de gestão da produção que norteiam este trabalho surgiram por volta da década de 50, quando Taiichi Ohno, então chefe de produção da Toyota Motor Company, começou a pensar em novas formas de gerenciar a produção da indústria automobilística (VOLLMANN, 2005). Estes princípios e conceitos base são conhecidos hoje como o Sistema Toyota de Produção (STP). O STP ficou conhecido no mundo todo por ter mudado os paradigmas da administração da produção através da utilização de ideias simples e inovadoras com foco no aumento da eficiência da produção através da eliminação consistente e completa de desperdícios (COLETÂNEA LEAN, 2010). Este sistema busca usar menos recursos para a produção em comparação ao sistema de produção em massa e aproximar-se mais das necessidades do cliente (WOMACK; JONES, 2003).

A primeira representação desta estrutura, e uma das mais difundidas em trabalhos e palestras sobre o STP, é a visão do sistema em forma de uma casa que contém base, pilares e telhado (LIKER, 2004), conforme Figura 1. Cada um dos componentes dessa estrutura busca enfatizar um bloco importante para o STP:

- A fundação geralmente traz conceitos como o de estabilidade, padronização de trabalho, nivelamento da produção (*heijunka*) e melhoria contínua (*kaizen*);

- Como pilares do STP temos, de um lado, a produção *just-in-time* (JIT), e do outro, a autonomia, também conhecida como *jidoka*;
- O telhado representa os objetivos do sistema, como a redução dos custos, o aumento da qualidade e a redução do *lead time*.

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção



(fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL)

O JIT é um dos princípios mais conhecidos da produção enxuta e foi concebido visando facilitar o fluxo entre os processos (WOMACK; JONES, 2003). JIT significa que, ao avaliarmos o processo como um fluxo, as peças necessárias para uma próxima etapa dentro do processo devem chegar no momento exato em que são necessárias e somente quando são necessárias (OHNO, 1997). No caso de uma cadeia de abastecimento para um canteiro de obras, este conceito representa um importante desafio de controle de níveis de estoques, em busca de harmonizar os ritmos de fornecimento e demanda (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Segundo o *Léxico Lean* (LIB, 2003), o JIT é formado por três elementos operacionais: o sistema puxado, o tempo takt e o fluxo contínuo. É importante fazer a definição destes três elementos operacionais básicos do JIT, que, segundo o *Léxico Lean* (LIB, 2003), são assim descritos:

- a) Sistema puxado: é um sistema de produção em que os processos posteriores sinalizam aos processos anteriores sobre a sua necessidade de produção;

- b) *Takt time*: é o tempo disponível para atender uma determinada demanda por parte do cliente. É calculado pela razão entre o tempo disponível para produção e a demanda do cliente;
- c) Fluxo contínuo: consiste em produzir e movimentar continuamente apenas um item, ou um lote de pequenos itens, ao longo dos processos de produção.

O STP propõe uma forma distinta de entender o processo produtivo, denominado Mecanismo da Função Produção (MFP) (SHINGO, 1996). A produção é definida por Shingo (1996) como uma rede de processos e operações, onde processos são os fluxos de materiais de um trabalhador para o outro, ou seja, os estágios pelos quais a matéria-prima passa até se tornar um produto (BULHÕES, 2009); e as operações são os fluxos dos sujeitos do trabalho (pessoas, equipamentos, ferramentas) no tempo e no espaço (SHINGO, 1996). Assim, a lógica básica de visualização do MFP proposto por Shingo (1996), consiste em analisar sistemas produtivos a partir de uma rede que envolve nos eixos X e Y os processos e as operações, tendo em cada nó da rede um encontro entre sujeito (operação) e objeto (processo).

O conceito do MFP acabou promovendo um rompimento conceitual com a escola tradicional de administração da produção norte-americana, que tem origem no Paradigma da Produção em Massa, pois passa-se a enxergar os processos como fluxos, e não mais como conjuntos agregados de operações (ANTUNES JR., 1998).

Essa percepção do processo como um fluxo de operações é discutida por Koskela (1992) ao apresentar uma nova filosofia de produção para a construção civil baseada nos conceitos derivados do STP e que posteriormente ficou conhecida como produção enxuta. Koskela (1992) critica a visão da construção apenas como uma série de atividades de conversão, e ressalta as possibilidades de melhorias que poderiam ser atingidas ao abordar as atividades de fluxo existentes dentro da construção civil.

2.1.2 Transferência das Ideias do STP para a Construção Civil

Tradicionalmente, a indústria da construção civil é conhecida por ter um processo complexo e um grande número de agentes envolvidos na execução de um produto. Algumas das peculiaridades da construção civil são: possuir um produto que é único, ter a sua execução realizada no local de entrega ao cliente (canteiro da obra) e ter a organização de recursos (máquinas, mão-de-obra) e estrutura de produção temporária (KOSKELA, 1992). Segundo

Bertelsen (2002), esta é uma das causas pelas quais os empreendimentos de construção apresentam com frequência atrasos, custos excedentes, problemas de qualidade e acidentes.

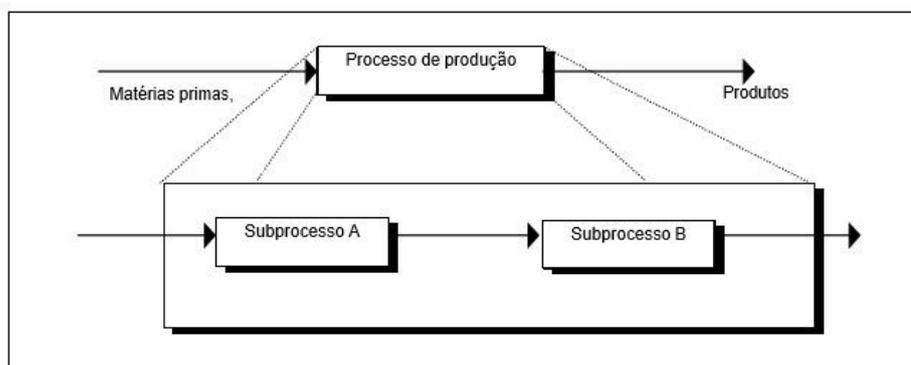
Na literatura, estas falhas são atribuídas a uma falta de visão dos engenheiros ao considerar a construção civil apenas como um processo de conversão de matérias primas em produtos (KOSKELA, 1992). Na produção enxuta defende que a produção deve ser vista não só pelos processos de transformação, mas também como um fluxo e como um processo de geração de valor. Segundo Koskela (1992), melhorias substanciais podem ser atingidas ao identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao produto.

O modelo gerencial tradicional utilizado na construção civil segue o princípio do modelo de conversão (Figura 2), onde a produção é definida apenas como um conjunto de atividades que transformam os insumos em produtos intermediários ou finais (KOSKELA, 1992).

Segundo Koskela (1992), este modelo apresenta as seguintes características implícitas:

- a) O processo de conversão pode ser subdividido em subprocessos, que também são processos de conversão. Por exemplo, a execução da estrutura pode ser subdividida em execução de formas, corte, dobra e montagem de armaduras e lançamento do concreto;
- b) O esforço de minimização do custo total de um processo em geral é focado no esforço de minimização do custo de cada subprocesso separadamente; e
- c) O valor do produto (output) de um subprocesso é associado somente ao custo (ou valor) dos seus insumos. Desta forma, assume-se que o valor de um produto pode ser melhorado somente através da utilização de materiais de melhor qualidade ou mão de obra mais qualificada.

Figura 2 – Modelo de processo tradicional



(adaptado de: KOSKELA, 1992)

E suas principais deficiências, conforme Koskela (1992), são:

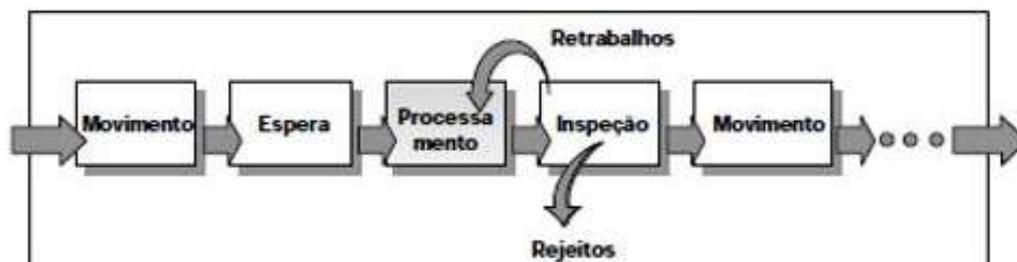
- a) Existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos são originados nestes fluxos físicos. Por exemplo: estima-se que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc.;
- b) O controle da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global;
- c) A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, deve-se considerar os requisitos tanto dos clientes finais como internos.

Essa nova filosofia apresentada por Koskela (1992) tem fortes raízes na visão de Shingo (1996) sobre processos e operações, e busca englobar essas características da produção que eram negligenciadas no modelo tradicional de conversão. Desta forma, a produção passa a ser vista como um fluxo (Figura 3), tanto de materiais como de informações, que parte da matéria-prima e vai até o produto final, onde todas as atividades geram custos e consomem recursos e somente as atividades de conversão agregam valor.

Na essência, essa nova filosofia atribui a eficiência do processo produtivo à eficiência tanto das atividades de conversão realizadas, como à quantidade e à eficiência das atividades de fluxo que conectam as atividades de conversão (KOSKELA, 1992).

Assim, o processo produtivo que anteriormente era retratado apenas como uma série de atividades de conversão, passa a considerar de forma explícita as atividades de fluxo como movimentação, estoque, inspeção (KOSKELA, 1992). Nesta visão, se mantém o pensamento de que apenas as atividades de conversão agregam valor ao produto, mas a consideração das atividades que não agregam valor como parte deste processo permite uma análise mais completa sobre as reais atividades que restringem o desempenho do mesmo.

Figura 3 – Produção como um fluxo de processos



(adaptado de: KOSKELA, 1992)

Koskela (2000) também propõem seis princípios para a gestão da produção levando em consideração a visão da produção como um fluxo de processos:

- a) Reduzir atividades que não agregam valor (eliminar desperdícios/perdas);
- b) Reduzir o lead time: através da redução do tamanho do lote e das atividades que não agregam valor;
- c) Reduzir a variabilidade, uma vez que ela tende a adicionar atividades que não agregam valor nos processos;
- d) Simplificar o processo: através da minimização da quantidade de passos e partes, visando tornar a produção menos suscetível a problemas de qualidade e eliminar atividades que não agregam valor;
- e) Aumentar a flexibilidade, sem reduzir a eficiência do processo de forma substancial;
- f) Aumentar a transparência, facilitando a resolução de problemas ao tornar mais visíveis os erros que ocorrem nos processos.

Dessa forma, a visão apresentada pela produção enxuta torna possível a compreensão do processo como um todo, facilitando a realização de uma análise mais profunda das atividades que são executadas durante o processo produtivo. Com isso, torna-se possível para os gestores buscar mudanças que tragam um impacto realmente positivo ao processo construtivo.

Tendo esses conceitos em mente, Bertelsen e Nielsen (1997) propõem uma abordagem em dois níveis logísticos, aplicando uma abordagem do JIT na execução das entregas de materiais. Os referidos autores implementaram em obra pequenos pacotes de materiais, que devem ser dimensionados na quantidade correta (por exemplo, um dia de trabalho), o que, segundo eles, resultou em uma melhoria da produtividade da montagem e em uma redução no ciclo de produção. Dessa forma, a definição do lote de transporte torna-se o ponto chave para o controle do fluxo de materiais e a sincronização entre fábrica e a montagem no canteiro de obras (BATAGLIN, 2017).

Com frequência, grandes lotes de produção são utilizados visando absorver a variabilidade do processo e otimizar os custos de transporte, afetando diretamente a sequência de montagem no canteiro de obras. Neste contexto, o planejamento da produção é feito sem a consideração da montagem imediata dos elementos (MATT; DALLASEGA; RAUCH, 2014). A implementação do JIT permite complementar as boas práticas de gestão e possibilitar a redução de estoques excessivos em canteiros de obras (AKINTOYE, 1995). Para isso, é necessário alinhar tamanho do lote de produção com a frequência e quantidade dos lotes de transporte, bem como com o desenvolvimento da montagem no canteiro de obras (MATT; DALLASEGA; RAUCH, 2015).

Cabe salientar que a aplicação dos princípios da produção enxuta de forma direta, sem a abstração dos conceitos e dos princípios dessa filosofia e sem o entendimento de que a construção civil possui um contexto diferente do ambiente industrial, acaba tornando a implementação destas inovações gerenciais ineficaz (LILLRANK, 1995; KOSKELA, 1992).

2.2 LOGÍSTICA DE SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS

À medida que o trabalho no canteiro de obras é reduzido, a necessidade de conectividade e sincronização entre as atividades é aumentada, elevando a complexidade e a necessidade de planejamento das atividades a serem realizadas na obra (LARSON; SIMONSSON, 2012). Muitas vezes, a ideia de utilização de sistemas pré-fabricados é focada apenas na diminuição da quantidade de atividades desempenhadas no canteiro de obras, a fim de facilitar o planejamento e controle das atividades (LARSSON; SIMONSSON, 2012). Porém, a adoção desse tipo de tecnologia construtiva implica em uma maior necessidade de conexão e sincronia entre os processos de produção e as atividades realizadas no canteiro (BATAGLIN, 2017).

Como principal objetivo, a logística busca maximizar o nível de serviço ao cliente e minimizar o custo total das atividades (SILVA; CARDOSO, 1998). Sendo assim, é essencial o correto planejamento e gerenciamento das atividades de logística no processo produtivo de sistemas pré-fabricados. Tendo em vista que todos os ganhos que são atribuídos a estes sistemas, como a economia de espaços de armazenagem, melhoria no controle de qualidade da produção das peças, redução das perdas (ČUŠ-BABIČ et al., 2014), assim como o aumento da eficiência e da rapidez do processo de montagem, serão perdidos devido à má gestão dos processos logísticos (PHENG; CHUAN, 2001).

Dessa forma, para que a utilização de sistemas pré-fabricados gere os resultados esperados são demandados maiores esforços na melhoria da gestão da cadeia de suprimentos e nas atividades logísticas (LESSING; STEHN; EKHOLM, 2005). Cria-se, assim, uma necessidade de cooperação entre atividades de produção (fábrica) e construção (canteiro de obras), que precisam compartilhar informações entre os seus processos para mantê-los eficientes, tendo em vista que os atrasos que ocorrerem em uma área repercutem na outra, e vice-versa (CHAN; ZENG, 2004).

Historicamente, o gerenciamento de processos logísticos na construção civil é negligenciado na fase de planejamento da obra e realizado de forma tardia (BARBOSA; MUNIZ; DOS SANTOS, 2008). Nos últimos anos, mais profissionais estão percebendo o papel fundamental que a logística desempenha na construção civil (HAWKINS, 2010).

No contexto da construção, duas funções da logística podem ser percebidas: a logística de suprimentos, que está relacionada às atividades que são cíclicas no processo de produção (SILVA; CARDOSO, 1998) e envolve o fornecimento de materiais, equipamentos e recursos humanos necessários para a produção do empreendimento (SERRA; OLIVEIRA, 2003); e a logística do canteiro de obras, que envolve a gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados a execução das atividades no canteiro de obras (SERRA; OLIVEIRA, 2003).

Para tanto, alguns autores propõem princípios que servem de base para a integração da logística na construção civil:

- a) Previsão: prever e gerenciar restrições logísticas críticas em todos os níveis para analisar a sequência de atividades futuras e prever a exigência de pessoas, materiais, ferramentas, equipamentos, espaço de trabalho, acessos e serviços de apoio (HAWKINS, 2010);
- b) Visibilidade: a equipe do projeto necessita uma clareza e um compartilhamento do entendimento de cada tarefa proposta, sendo, por isso, a visibilidade do planejamento proposto essencial para o cumprimento das tarefas (HAWKINS, 2010). A comunicação é considerada um dos fatores mais importantes que influenciam a eficiência da logística, pois sem uma boa comunicação os procedimentos e as políticas logísticas não podem ser transmitidas através dos funcionários (LAMBERT; STOCK; ELLRAM, 1998);
- c) Cooperação: depende da compreensão compartilhada do que precisa acontecer, como e quando deve ocorrer, a partir da troca precisa de informações relevantes (HAWKINS, 2010);

- d) **Eficiência:** envolve o alcance de um suporte aos montadores para o menor esforço logístico e a melhor utilização dos recursos logísticos, o que exige um entendimento claro de como a logística apoia o processo de construção e, ainda, uma definição adequada dos papéis e responsabilidades para as atividades de logística da equipe (HAWKINS, 2010). Além disso, o ambiente organizacional deve motivar os funcionários para aumentar a sua eficiência e, conseqüentemente, a eficiência da logística do canteiro como um todo (LAMBERT; STOCK; ELLRAM, 1998);
- e) **Simplicidade:** o arranjo logístico na construção deve ser simples no conceito e na execução, através de procedimentos de projetos fáceis de entender, processos logísticos comuns entre todas as organizações envolvidas no canteiro, controle preciso do canteiro de obra e canais de comunicação claros sobre o projeto (HAWKINS, 2010);
- f) **Agilidade:** as atividades logísticas estão sujeitas as condições de mudança, portanto a logística deve ter agilidade para se adaptar e inovar (LAMBERT; STOCK; ELLRAM, 1998). A agilidade logística é alcançada através de pessoas com experiência versátil sobre logística; pela prestação adequada do projeto do canteiro, equipamentos e recursos; pela capacidade de a equipe de projeto responder à constante evolução dos ambientes de trabalho e acontecimentos inesperados e adaptar-se rapidamente; e pela utilização eficiente dos recursos (HAWKINS, 2010).

3 MÉTODO DE PESQUISA

No presente capítulo, descreve-se o método de pesquisa utilizado para realizar este trabalho. Assim, a descrição da estratégia de pesquisa adotada e o delineamento da pesquisa são apresentados, seguidos da apresentação da justificativa da escolha dos projetos que foram utilizados para o estudo.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada neste trabalho é o estudo de caso. A essência de um estudo de caso é que ele busca esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: por que ela foi tomada, como ela foi implementada, e quais foram os resultados (SCHRAMM, 1971). Yin (2003) define o estudo de caso como uma investigação de um fenômeno contemporâneo inserido em seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não são claramente definidos. Em outras palavras, um estudo de caso é utilizado quando se busca abranger as condições de contexto do problema – considerando-se que estas são extremamente pertinentes ao fenômeno em estudo (YIN, 2003).

Dessa forma, por este trabalho ter por foco a descrição de um processo específico – logística de obras internacionais em uma empresa de sistemas pré-fabricados metálicos – e buscar a geração do conhecimento frente a como este processo ocorre de verdade, se optou pela utilização de um estudo de caso como estratégia de pesquisa.

Neste trabalho, utilizou-se quatro fontes de evidências: análise de documentos, observação direta, observação participante e registro fotográfico. A observação participante é utilizada para coletar dados sobre alguns comportamentos ou condições ambientais importantes, tendo o pesquisador como participante das atividades sob estudo (YIN, 2003). A observação direta é utilizada para coletar dados sobre alguns comportamentos ou condições ambientais importantes, tendo o pesquisador apenas como observador das atividades sob estudo (YIN, 2003). Em algumas destas situações, registros fotográficos podem ser realizados, a fim de auxiliar a análise em um momento futuro (YIN, 2003). Por último, a análise de documentos é

utilizada em conjunto com outras fontes de evidências, como tabelas, relatórios, estudos, minutas de reuniões e documentos administrativos (YIN, 2003).

A seguir, o Quadro 1 apresenta informações referentes às fontes de evidência utilizadas: o tipo de fonte utilizada, o período de coleta ou recorrência de utilização da ferramenta e as observações relevantes.

Quadro 1 – Fontes de evidências

<i>Fonte de evidência</i>		Objetivo*	Caso 1	Caso 2	Observação
<i>Observação direta</i>	Acompanhamento de embarque em fábrica	1	2	2	
<i>Observação participante</i>	Reunião de obras	2	Semanal	Semanal	Durante o período de produção das obras
<i>Análise de documentos</i>	Relatório de produção	2	Semanal	Semanal	Durante o período de produção das obras
	Relatório de análise de embarque	2	Quinzenal	Quinzenal	Durante o período de produção das obras
	Relatório de obra	2	Semanal	Semanal	Durante o período de montagem das obras (8 meses no estudo 1 e 1 mês no estudo 2)
	Acompanhamento de e-mails referentes a documentação	2	5	3	
	Planilha de programação de embarque	2	9	8	A cada embarque realizado
<i>Registro fotográfico</i>	Fotos dos embarques	1 e 2	9 eventos	8 eventos	Fotos retiradas de cada carga embarcada
	Fotos do material descarregado em obra	2	9 eventos	8 eventos	A cada recebimento de material em obra

*Objetivo 1: Entender a sistemática de montagem das cargas e de carregamento dos caminhões;

*Objetivo 2: Obter informações sobre a produção e o embarque das estruturas.

(fonte: elaborado pelo autor)

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento da pesquisa seguiu a estruturação apresentada na Figura 4, tendo o seu conteúdo dividido em seis etapas, seguindo a seguinte ordem:

- a) revisão bibliográfica;
- b) análise inicial da empresa;
- c) escolha dos estudos de caso;
- d) levantamento dos dados;
- e) análise dos dados levantados;
- f) elaboração de conclusões.

Figura 4 – Diagrama de desenvolvimento do trabalho



(fonte: elaborada pelo autor)

A primeira etapa compreendeu a **revisão bibliográfica**, que buscou apresentar o referencial teórico que embasa o desenvolvimento deste trabalho. Assim, buscou-se na literatura a

fundamentação teórica referente aos conceitos de gestão da produção e de logística de sistemas pré-fabricados metálicos. O desenvolvimento desta etapa se deu ao longo do trabalho através da consulta a materiais como teses, dissertações, artigos e livros técnicos relacionados ao tema proposto.

A segunda etapa foi a **análise inicial da empresa**, na qual foi feito um levantamento dos processos implementados na empresa A. Foram analisados os estudos já realizados na empresa e seus respectivos resultados, sendo feita a descrição do processo produtivo seguido, assim como do processo logístico das obras, com uma maior ênfase nas obras de exportação.

Na terceira etapa fez-se a **escolha dos estudos de caso** em que este trabalho se baseia. Os critérios de seleção dos projetos foi o seguinte: (I) obras internacionais com área construída entre de 40.000m² e 50.000m², visando ter obras com um número significativo de embarques e que possuíssem portes similares; e (II) obras com o mesmo tipo de solução estrutural – neste caso ambos os projetos foram elaborados utilizando um sistema de treliças espaciais registrado pela empresa.

A quarta etapa consistiu no **levantamento dos dados**. Cada um dos estudos de caso é apresentado em conjunto com os dados adquiridos através da observação direta do processo, do registro fotográfico de alguns eventos chave (como a montagem das cargas) e da análise dos documentos disponibilizados pela empresa.

Na quinta etapa, foi feita a **análise dos dados levantados** nos dois estudos de caso de forma estruturada, buscando fazer a aplicação dos conceitos da produção enxuta. Foi feita a comparação das soluções empregadas para cada caso e seus respectivos impactos no processo logístico. Na sequência, buscou-se entender o processo logístico da empresa e fazer a comparação dos dados adquiridos, a fim de entender quais das atividades foram executados segundo o planejamento da empresa.

Por fim, foi feita a elaboração das **conclusões finais**, a fim de apresentar quais foram os problemas identificados dentro do processo logístico da empresa e quais são os pontos em que o sistema necessita de melhorias.

3.3 CRONOGRAMA DE TRABALHO

O cronograma com as datas e informações sobre este trabalho é apresentado no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 – Cronograma de Trabalho

Etapa	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18
Revisão bibliográfica													
Análise inicial da empresa													
Escolha dos estudos de caso													
Levantamento dos dados													
Análise dos dados													
Elaboração das conclusões													

(fonte: elaborado pelo autor)

3.4 ESTUDOS ANTERIORES EFETUADOS NA EMPRESA A

A empresa A, que foi analisada neste trabalho, faz parte do segmento construtivo de estruturas metálicas. Esta empresa projeta, fabrica e monta estruturas metálicas segundo a demanda por empreendimentos de seus clientes. A empresa possui uma sede administrativa e três unidades produtivas.

A primeira pesquisa realizada junto à empresa foi a investigação de Fabro (2012) na implementação do Sistema *Last Planner* (SLP) no setor de montagem. Fabro (2012) identificou que, com frequência, alguns componentes fabricados não eram localizados nas obras por diversos motivos, dentre eles a falta de identificação dos componentes e erros na listagem de peças enviadas. Os problemas de falta de material em obra são muitas vezes solucionados com um novo pedido de fabricação, o que acaba elevando os desperdícios e causando atrasos na entrega do produto final para os clientes. Ainda, Fabro (2012) apontou que, de maneira geral, as obras não realizavam sistematicamente o planejamento do layout do canteiro de obra, sendo os elementos pré-fabricados estocados em locais distantes da montagem, resultando em baixa produtividade.

Wesz (2013) propôs um modelo de planejamento e controle de projetos para a empresa, que tinha como base a aplicação do SLP na fase de projeto. Este estudo visava aprimorar o processo de projeto através da implementação de conceitos e princípios da produção enxuta, com destaque para o SLP, de forma a contribuir para a proteção da produção frente a variabilidade do processo.

Bortolini (2015) propôs diretrizes para integrar o planejamento logístico ao planejamento e controle da produção e para o uso de gestão visual para apoiar o controle logístico. Bortolini (2015) realizou estudos em três obras da empresa A. Foram encontradas carências na transparência das informações em relação à montagem das obras e no planejamento dos *layouts* de canteiro. Isto causava dificuldades no entendimento das etapas de obra e na execução das operações logísticas. Bortolini (2015) constatou que o setor de logística da empresa A não realizava um planejamento sistemático das cargas a serem enviadas para as obras e que normalmente priorizavam a meta de minimização dos custos dos fretes.

Viana (2015) desenvolveu um modelo de planejamento e controle da produção para sistemas ETO de pré-fabricados. A maioria dos processos propostos neste modelo foram aplicados na empresa A. Viana (2015) dividiu o estudo em quatro fases: (a) buscou consolidar uma integração nos planos de curto prazo da empresa; (b) promoveu mecanismos de coleta de informações sobre o andamento das obras para retroalimentar a fábrica, visando atuar no sistema como um todo; (c) devido às barreiras enfrentadas na etapa anterior, buscou desenvolver ferramentas de gestão visual para melhorar os processos analisados nas fases anteriores; e (d) realizou um estudo dos processos logísticos da empresa, visto que estes representam a interface entre fábrica e obra. Viana (2015) constatou que as mudanças realizadas trouxeram benefícios na comunicação e sistematização das informações entre os diferentes níveis de planejamento e controle, mesmo que a empresa ainda apresentasse a necessidade de implantação algumas melhorias para se adequar ao modelo proposto.

Trevisan (2016) propôs um conjunto de diretrizes de gestão logística nos níveis tático e operacional, propondo uma série de modificações e ferramentas que poderiam contribuir para a melhoria da coordenação entre as unidades de produção em sistemas ETO pré-fabricados metálicos na construção civil.

Este trabalho dá continuidade aos trabalhos anteriores, estudando o processo logístico de obras de internacionais dentro da empresa e fornecer ferramentas que possibilitem a tomada de decisões dentro da empresa.

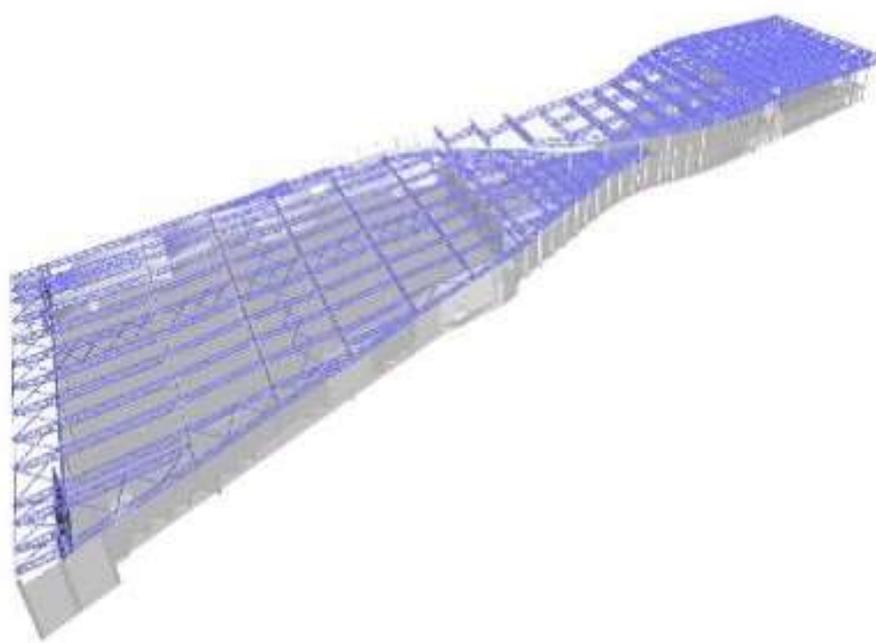
3.5 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASOS

Neste capítulo serão descritos os estudos de casos e será realizada a análise de cada um deles.

3.5.1 Estudo de Caso I

O empreendimento estudado (Figura 5) é um centro de convenções com área construída de 48.405 m² e localizado na Cidade do Panamá, no Panamá. A estrutura era mista de concreto armado e metálica, sendo que as paredes de concreto dão rigidez estrutural e a estrutura metálica foi fixada por meio de insertos metálicos inseridos durante a execução da concretagem. Neste tipo de configuração estrutural o número de peças para montagem reduz significativamente se comparado a uma estrutura puramente metálica. As fábricas responsáveis pelo abastecimento desta obra eram as localizadas em Nova Bassano – RS e Serra – ES, que utilizavam os portos de Rio Grande – RS e Vitória – ES, respectivamente.

Figura 5 – Modelo 3D do empreendimento do estudo de caso I

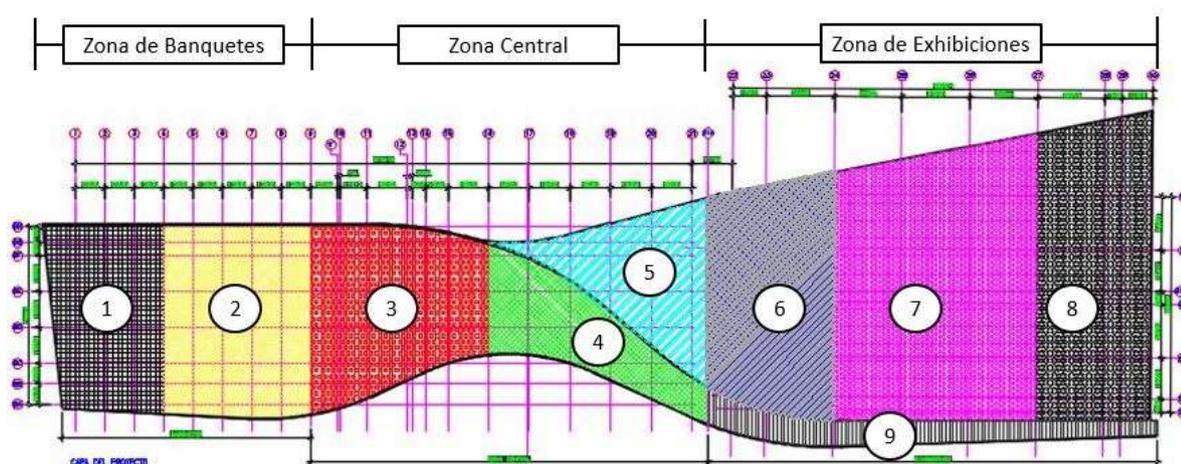


(fonte: fornecida pela empresa A)

A empresa A foi responsável pelos projetos de fabricação e montagem, pela fabricação, pela logística até o canteiro e pela supervisão de montagem da estrutura metálica. A montagem da obra estava a cargo de uma empresa parceira com sede local e experiência em outras obras já realizadas junto a empresa A.

Para o envio de materiais para o canteiro, a obra foi dividida em 3 setores (Zona de Banquetes, Zona Central e Zona de Exhibiciones), representados de forma esquemática na Figura 6. Para a montagem dos componentes pré-fabricados metálicos, a obra foi dividida em 9 etapas, conforme é possível ver na mesma figura. A montagem da primeira zona teve duração de 4 meses, com início em fevereiro/2017 e foi finalizada em maio/2017. A montagem da segunda zona teve duração de 5 meses, com início em maio/2017 e término em setembro/2017. E no período de agosto/2017 a fevereiro/2018 está prevista a montagem do terceiro setor.

Figura 6 – Divisão de etapas do empreendimento do estudo de caso I



(fonte: elaborada pelo autor)

O estudo foi realizado durante o processo de produção e envio da estrutura metálica para a obra. A seleção deste estudo de caso se deu após uma reunião entre o gerente de montagem de exportação da empresa e o aluno e teve como objetivo discutir e elencar quais as necessidades da empresa visando o estudo no empreendimento descrito. Essa reunião teve duração de aproximadamente 30 minutos e foi realizada na sede administrativa da empresa A, localizada em Porto Alegre/RS. Alguns pontos principais foram destacados durante a reunião: dificuldade no gerenciamento logístico de obras de exportação; falta de comunicação entre fábrica e obra; problemas no abastecimento de materiais e no sequenciamento dos envios para a obra.

No decorrer do estudo, foram realizadas 33 reuniões de obras. Durante essas reuniões, com duração aproximada de 2 horas, eram acompanhadas e atualizadas as datas de engenharia, produção e embarque das etapas de todas as obras que tivessem data de finalização dentro de um horizonte de 3 semanas. Nessas reuniões participavam ao menos um responsável por cada uma das áreas envolvidas na produção, que eram: planejamento de obras, engenharia, planejamento e controle da produção (PCP), suprimentos, fábrica, logística, administrativo de montagem e gestão de montagem. Ao final de cada reunião, o responsável do planejamento encaminhava a cada um dos participantes a planilha com as datas atualizadas das obras em questão (Figura 7 e Figura 8). Além disso, a partir de conversas informais com os envolvidos no processo de montagem, eram analisadas as necessidades de melhorias. O pesquisador apresentava um papel ativo nas reuniões, discutindo as discrepâncias de informação entre as informações passadas pelos responsáveis de cada processo e os controles de produção e embarque.

Figura 7 – Exemplo de planilha utilizada na reunião semanal de obras (engenharia)

REPORT REUNIÃO DE OBRAS - 08/01					ENGENHARIA				
OBRA	ELEMENTO PEP	PESO	FASE	TRAVAS	CRON ENG	REAL ENG	REUNIÃO ANTERIOR	REPORT ENG	
OBRA 01	20-102588.P00.001.10B.FO	7	FAB		21/11/2017	21/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.002.10B.FO	7	FAB		29/11/2017	27/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.002.30B.F3	2	FAB		29/11/2017	23/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.002.35A.F2	1	FAB		21/11/2017	24/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.002.70B.F2	0	FAB		29/11/2017	28/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.003.10B.F3	2	FAB		07/12/2017	30/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.003.30B.F2	0	FAB		07/12/2017	30/11/2017			
OBRA 01	20-102588.P00.003.30B.F3	1	FAB		07/12/2017	30/11/2017			
OBRA 02	20-102664.P00.001.2RE.F2	0	FAB		14/12/2017	18/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.10B.FO	16	FAB		01/12/2017	30/11/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.30B.F2	1	FAB		01/12/2017	01/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.30B.F3	1	FAB		01/12/2017	01/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.35A.F2	1	FAB		28/11/2017	22/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.40A.F2	62	FAB		08/12/2017	14/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.40B.F3	2	FAB		01/12/2017	01/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.001.70B.F2	1	FAB		01/12/2017	04/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.002.10B.F3	3	FAB		11/12/2017	11/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.002.10B.FO	18	FAB		11/12/2017	11/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.002.20B.F2	2	FAB		11/12/2017	15/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.002.20B.F3	7	FAB		11/12/2017	15/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.002.30A.F3	7	FAB		04/12/2017	05/12/2017			
OBRA 03	20-102909.P00.002.30B.F3	1	FAB		11/12/2017	11/12/2017			

(fonte: fornecido pela empresa A)

Figura 8 – Exemplo de planilha utilizada na reunião semanal de obras (fabricação)

REPORT REUNIÃO DE OBRAS - 08/01				FÁBRICA							
OBRA	ELEMENTO PEP	PESQ	FAB	TRAVAS	CRON FAB	REUNIÃO ANTERIOR	REPORT FAB	PLANO DE AÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA MÁX. RET.	
OBRA 01	20-102588.P00.001.10B.FO	7	FAB		20/12/2017	08/01/2018					
OBRA 01	20-102588.P00.002.10B.FO	7	FAB		11/01/2018	17/01/2018					
OBRA 01	20-102588.P00.002.30B.F3	2	FAB		11/01/2018	09/01/2018					
OBRA 01	20-102588.P00.002.35A.F2	1	FAB		20/12/2017	20/12/2017					
OBRA 01	20-102588.P00.002.70B.F2	0	FAB		11/01/2018	19/12/2017					
OBRA 01	20-102588.P00.003.10B.F3	2	FAB		12/01/2018	19/12/2017					
OBRA 01	20-102588.P00.003.30B.F2	0	FAB		12/01/2018	09/01/2018		teremos problemas nos painéis de fechamento (Diana)			
OBRA 01	20-102588.P00.003.30B.F3	1	FAB		12/01/2018	09/01/2018		teremos problemas nos painéis de fechamento (Diana)			
OBRA 02	20-102664.P00.001.2RE.F2	0	FAB		14/01/2018						
OBRA 03	20-102909.P00.001.10B.FO	16	FAB		18/12/2017						
OBRA 03	20-102909.P00.001.30B.F2	1	FAB		18/12/2017	11/01/2018					
OBRA 03	20-102909.P00.001.30B.F3	1	FAB		18/12/2017	11/01/2018					
OBRA 03	20-102909.P00.001.35A.F2	1	FAB		08/12/2017						
OBRA 03	20-102909.P00.001.40A.F2	62	FAB		18/12/2017	15/01/2018		chapecó - 11/1 uma carga e 12/1 outra carga			
OBRA 03	20-102909.P00.001.40B.F3	2	FAB		18/12/2017	18/12/2017					
OBRA 03	20-102909.P00.001.70B.F2	1	FAB		18/12/2017	11/01/2018					
OBRA 03	20-102909.P00.002.10B.F3	3	FAB		20/12/2017	20/12/2017					
OBRA 03	20-102909.P00.002.10B.FO	18	FAB		20/12/2017	20/12/2017					
OBRA 03	20-102909.P00.002.20B.F2	2	FAB		20/12/2017	janeiro					
OBRA 03	20-102909.P00.002.20B.F3	7	FAB		20/12/2017	janeiro					
OBRA 03	20-102909.P00.002.30A.F3	7	FAB		19/12/2017	19/12/2017					
OBRA 03	20-102909.P00.002.30B.F3	1	FAB		20/12/2017	janeiro					

(fonte: fornecida pela empresa A)

Alguns documentos disponibilizados pela empresa, a maioria em formato digital, foram utilizados como fontes de evidência, incluindo planilhas de relatório de produção, relatórios de obras e planilhas de programação de embarques.

Uma planilha de análise de embarques foi elaborada para o estudo. A atualização da base de dados para a planilha era realizada quinzenalmente. Nessa planilha, o gestor possuía um acompanhamento de todas as informações relevantes do processo logístico da obra, como:

- Número do embarque;
- Número de acompanhamento da reserva de carga no site da empresa responsável pelo transporte marítimo;
- Fábrica de origem da matéria-prima;
- Data da reserva;
- Data estimada da chegada da mercadoria no porto de destino (ETA);
- Número do container;
- Número da carga;
- Número da(s) etapa(s) e da(s) subetapa(s) que consta(m) no container;
- Peso do material;
- Observações relevantes ao processo;

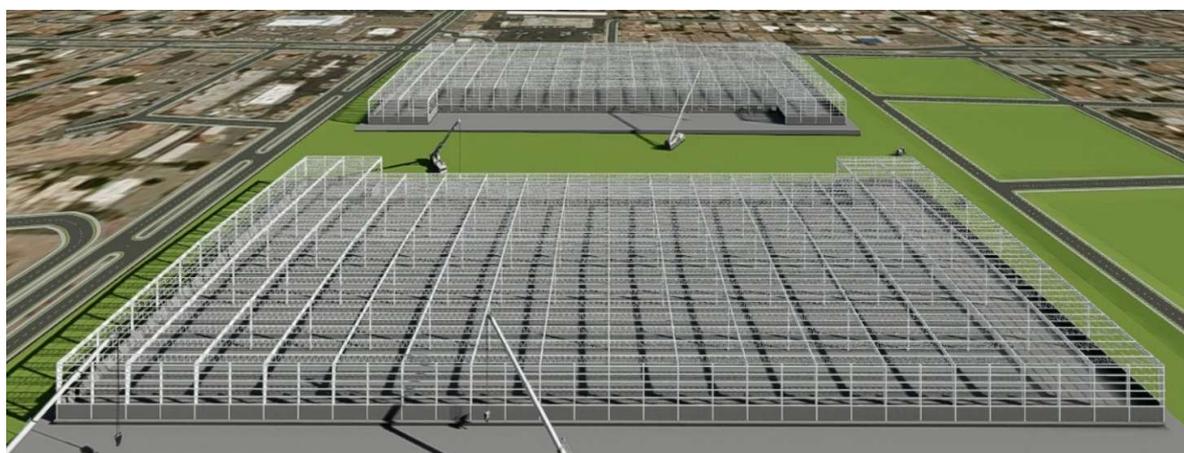
k) Acompanhamento do aproveitamento dos containers.

No decorrer do estudo, foram realizadas duas visitas a fábrica localizada em Nova Bassano/RS, com o objetivo de ampliar o entendimento sobre os processos de produção das peças, principalmente os processos de separação e seleção das peças para montagem do skid e apontamento das peças na doca. Durante essas visitas eram realizadas observações diretas e registros fotográficos do processo de separação e seleção das peças até a montagem do skid e estufagem do container.

3.5.2 Estudo de Caso II

O empreendimento estudado (Figura 9) é um centro de distribuição com área construída de 44.070 m² e localizado na cidade de Lima, no Peru. Toda a estrutura é metálica, no sistema de pilares e treliças espaciais. As fábricas responsáveis pelo abastecimento desta obra eram as localizadas em Nova Bassano – RS e Serra – ES, que utilizavam os portos de Rio Grande – RS e Vitória – ES, respectivamente.

Figura 9 – Modelo 3D do empreendimento do estudo de caso II

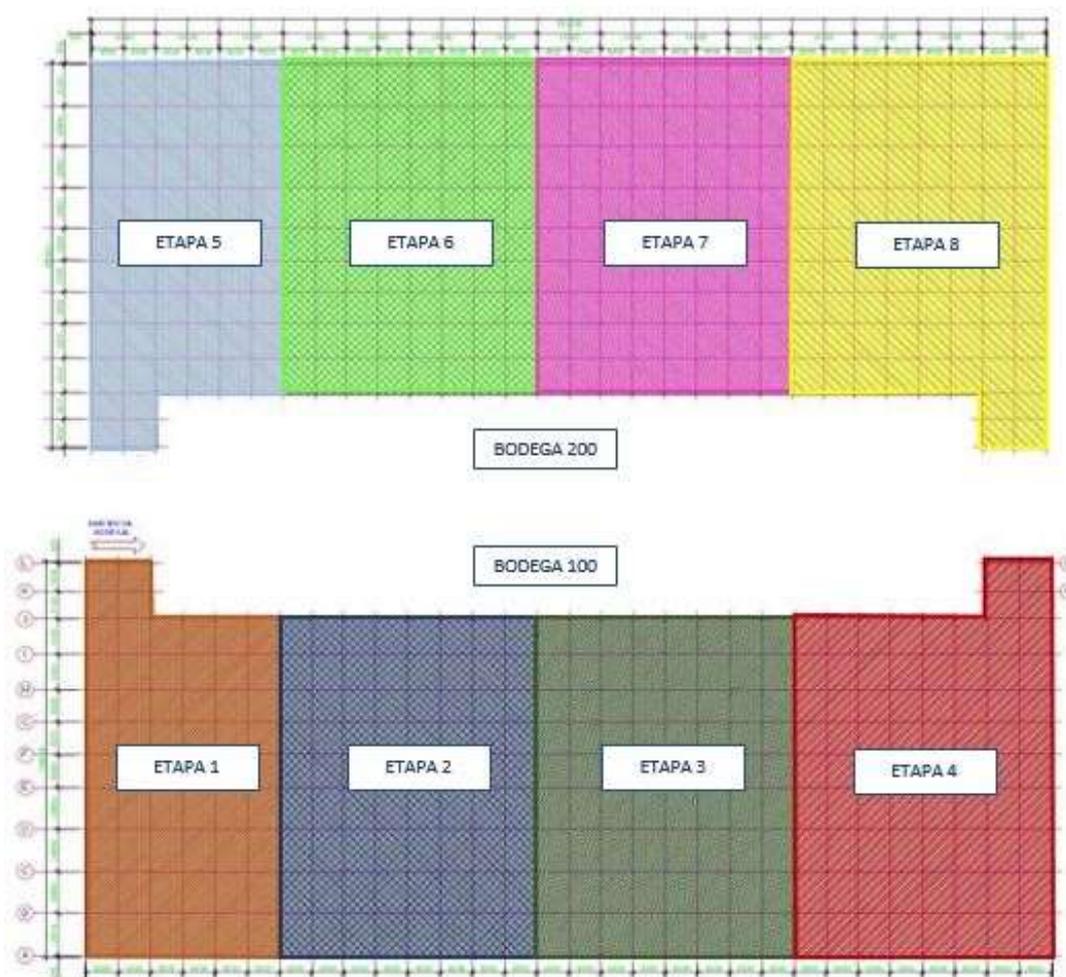


(fonte: fornecido pela empresa A)

A empresa A foi responsável pelos projetos de fabricação e montagem, pela fabricação, pela logística até o canteiro e pela supervisão de montagem da estrutura metálica. A montagem da obra estava a cargo de uma empresa parceira com sede local e sem experiência em outras obras junto a empresa A.

Para o envio de materiais para o canteiro, a obra foi separada segundo os 2 prédios, representados de forma esquemática na Figura 10. Para a montagem dos componentes pré-fabricados metálicos, a obra foi dividida em 8 etapas, sendo consideradas 4 etapas para cada prédio, conforme é possível ver na mesma figura. A montagem do primeiro prédio está em execução e teve seu início em novembro/2017, com previsão de término para março/2018. A montagem do segundo prédio está prevista para começar em janeiro/2018 e previsão de conclusão em abril/2018.

Figura 10 – Divisão de etapas do empreendimento do estudo de caso II



(fonte: elaborada pelo autor)

O estudo foi realizado durante o processo de produção e envio da estrutura metálica para a obra. A seleção deste estudo de caso se deu da mesma forma como o estudo anterior, após uma reunião entre o gerente de montagem de exportação da empresa e o pesquisador.

No decorrer do estudo, foram realizadas 20 reuniões de obras, conforme descrito no caso anterior. Alguns documentos disponibilizados pela empresa, a maioria em formato digital, foram utilizados como fontes de evidência, incluindo planilhas de relatório de produção, relatórios de obras e planilhas de programação de embarques.

Uma planilha de análise de embarques foi elaborada para o estudo. A atualização da base de dados para a planilha era realizada quinzenalmente. Nessa planilha, o gestor possuía um acompanhamento de um conjunto de informações relevantes do processo logístico da obra:

- a) Identificação do prédio respectivo;
- b) Número do embarque;
- c) Número de acompanhamento da fatura;
- d) Data de saída de fábrica;
- e) Porto de origem;
- f) Data de saída do navio do porto de origem;
- g) Porto de transbordo;
- h) Data de saída do navio do porto de transbordo;
- i) Data estimada da chegada da mercadoria no porto de destino (ETA);
- j) Número do container;
- k) Número da carga;
- l) Número da(s) etapa(s) e da(s) subetapa(s) que consta(m) no container;
- m) Peso do material;
- n) Código de identificação da reserva de carga;
- o) Fábrica de origem da matéria-prima;
- p) Acompanhamento do aproveitamento dos containers.

No decorrer do estudo, foram realizadas duas visitas a fábrica localizada em Nova Bassano/RS, com o objetivo de ampliar o entendimento sobre os processos de produção das peças, principalmente os processos de separação e seleção das peças para montagem do skid e apontamento das peças na doca. Durante essas visitas eram realizadas observações diretas e registros fotográficos do processo de separação e seleção das peças até a montagem do skid e estufagem do container.

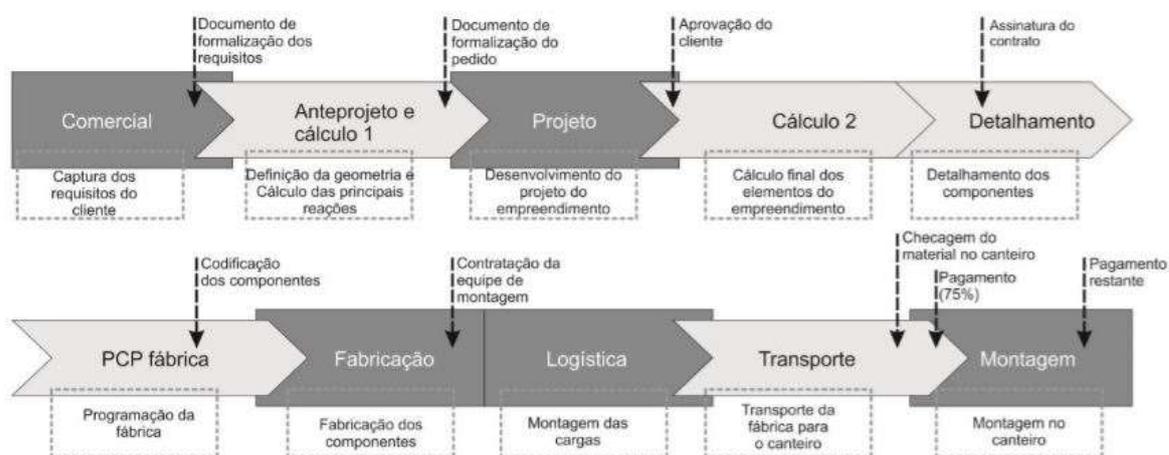
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentadas as informações base do processo produtivo da empresa, com uma maior ênfase no processo logístico, e os dados levantados nos estudos de casos analisados neste trabalho.

4.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo de construção de Empresa A é dividido entre diferentes unidades de produção. A Figura 11 apresenta uma visão do processo e como é feita a interação entre as unidades organizacionais durante o processo produtivo.

Figura 11 – Principais etapas do processo de construção



(fonte: BORTOLINI, 2015)

O processo inicia no setor comercial com a captura dos clientes. Neste setor há uma definição de um plano de longo prazo para a entrega do empreendimento. O processo envolve a realização de um projeto básico, no qual são avaliadas as soluções técnicas que podem ser utilizadas para o empreendimento a partir dos requisitos do cliente e é definida uma destas soluções. Após esta definição, a equipe de orçamento realiza um cálculo estimado do custo da estrutura do empreendimento e a equipe de planejamento realiza um aprazamento prévio da obra, um cronograma base com as datas marco da obra. Posteriormente, as reações e as cargas de estrutura nas fundações são passadas ao cliente, o qual é responsável por fornecer a

terraplanagem e as fundações para a montagem da estrutura metálica. Esta fase é finalizada com a aprovação do anteprojeto pelo cliente, o que pode durar até dez dias (BORTOLINI, 2015).

O processo segue com a definição final do projeto do empreendimento e o cálculo final da estrutura, que inclui a definição dos pesos dos componentes. Em paralelo, a equipe de planejamento elabora o aprazamento detalhado da obra, onde são definidas as datas de início e fim de cada uma das etapas e subetapas do projeto. Logo em sequência, há a fase de detalhamento de projeto, mas antes de seu término é necessária a assinatura do contrato pelo cliente e um pagamento do sinal da obra, que visa cobrir os custos iniciais do projeto (BORTOLINI, 2015).

O projeto detalhado é enviado ao setor de planejamento e controle da produção da fábrica em lotes. Estes lotes são definidos pelo setor de planejamento, o qual divide a obra em etapas de montagem e em subetapas (BORTOLINI, 2015). A divisão de etapas é realizada visando reduzir os tamanhos de lotes de produção, a fim de facilitar o fluxo contínuo das peças dentro do processo produtivo. A divisão em subetapas serve para facilitar a identificação rápida dos componentes, tendo em vista que essa divisão segue uma lógica de subprodutos, como por exemplo: todos os itens que fazem parte da subetapa 10B são materiais utilizados na estrutura da cobertura da etapa em questão, e todos os itens que fazem parte da subetapa 20B são materiais utilizados na estrutura de fechamento lateral da etapa em questão.

O projeto detalhado das peças é então enviado para fabricação pelo planejamento e controle da produção da fábrica. Posteriormente, as peças prontas são estocadas no pátio da fábrica para o setor de logística fazer a expedição. O setor de logística é responsável por organizar as cargas nos caminhões e enviar para obra. A última etapa é a montagem da estrutura do empreendimento (BORTOLINI, 2015).

4.2 LOGÍSTICA

Conforme apresentado no item anterior, o processo de produção de Empresa A é dividido entre diferentes unidades. Neste item, será dado um maior enfoque ao processo logístico, focando nas etapas de carregamento do material em fábrica e envio das unidades até o canteiro de obras.

Para facilitar a organização das peças em canteiro, assim como seu carregamento e descarregamento, a empresa utiliza-se de *skids* para a montagem de cargas. O *skid* é uma cama

de aço, na qual são acomodadas as peças em cima, de acordo com seus tamanhos. Todo o procedimento de carregamento e descarregamento com *skid* é mais rápido do que a retirada de peça por peça do caminhão. Para obras internacionais, a utilização de *skids* facilita também o processo de estufagem do container.

O processo de carregamento das cargas no pátio da fábrica da empresa A é realizado sem um planejamento sistemático. Este processo envolve o setor de logística da fábrica, no qual a pessoa responsável pela definição das cargas é o operador da máquina que faz a expedição dos materiais para o carregamento. Cabe destacar que no processo desenhado pela empresa o operador logístico define apenas como a carga vai ser embarcada, mas não quais cargas devem ser embarcadas. Neste processo, o encarregado de montar a carga no skid usa principalmente a sua experiência e intuição para execução da atividade (BORTOLINI, 2015). Devido à falta de planejamento sistemático das cargas, muitas destas são montadas com etapas da obra misturadas, a fim de não perder espaço no container e otimizar o custo do frete.

Assim, a falta de um planejamento sistemático das cargas traz como principais consequências a entrega de lotes na obra com peças de etapas diferentes, algumas vezes fora da ordem prevista para a montagem (BORTOLINI, 2015). Esta situação acaba dificultando o processo de organização e gestão de estoques em canteiro, que é muito mais grave em obras de exportação, pois normalmente a montagem da estrutura é realizada por empresas com menor conhecimento do produto fabricado pela empresa A. Desta forma, a empresa encarregada de realizar a montagem acaba recebendo o material muitas vezes misturado e sem uma ordem lógica de utilização, gerando muitas perdas de tempo em movimentação de material e identificação de peças necessárias para iniciar a sequência de montagem.

Após o trabalho realizado por Bortolini (2015) e Trevisan (2016), a empresa reforçou sua política de envio de etapa completa, ou seja, uma carga só pode ser enviada para obra, se todas as subetapas e todos itens de suas subetapas estiverem produzidos. Isto reduziu a ocorrência de casos em que materiais chegavam na obra sem seus pares necessários para montagem. Por exemplo, anteriormente caso os containers ou caminhões não tivessem capacidade para transportar uma subetapa completa, optava-se por enviar para obra apenas as peças mais pesadas, visando a conseguir um faturamento maior. Com isso, muitas obras recebiam os pilares e as vigas da estrutura principal em uma carga, e somente no embarque seguinte as talas de emenda e os parafusos para realizar a montagem eram transportados, o que impactava

diretamente no andamento da montagem, tendo em vista que sem os itens de ligação, a montagem não poderia ser executada. Muitas vezes, era necessário o envio dessas peças menores por transporte aéreo visando a minimizar o impacto no cronograma de montagem. O que gerava altos custos adicionais de transporte, devido ao elevado peso das cargas.

4.3 ESTUDO DE CASO I

O cliente responsável pela obra do estudo de caso I, denominado cliente C, buscava por uma solução estrutural que permitisse a construção do empreendimento de forma rápida e eficiente. Além disso, por se tratar de um centro de convenções, o cliente buscava uma solução que permitisse uma maior utilização de espaço com um menor número de obstáculos possíveis. O prazo de execução da obra e a finalidade da construção foram os fatores principais para a escolha do tipo de solução estrutural. Dessa forma, a solução mista de estrutura metálica com paredes de contraventamento (enrijecedoras) em concreto foi selecionada.

Durante a elaboração da proposta técnica e comercial da obra, as equipes de planejamento e gestão de obras fizeram a divisão das etapas do empreendimento, o aprazamento da obra e o planejamento de embarques dos materiais.

Na fase de divisão de etapas do empreendimento, a equipe optou por seguir uma divisão apresentada pelo cliente, segundo as necessidades do mesmo para a obra. Assim, a obra foi dividida em três zonas principais, que posteriormente foram divididas em etapas menores de trabalho. Essa divisão em etapas foi acordada junto ao cliente, visando a reduzir o tamanho dos lotes de trabalho e atender as datas do cronograma de longo prazo da obra. Dessa forma, as etapas que foram criadas para a obra acabaram não seguindo uma parametrização que a empresa utilizava, o que acabou gerando etapas com características bem diferentes entre si, conforme pode ser visto no Quadro 3. Essa falta de parametrização na divisão das etapas acabou transformando cada etapa da obra em um grupo único, o que impossibilitava o ganho de aprendizagem por repetitividade. Assim, todas as etapas exigiam ao máximo a atuação dos projetistas e encarregados de logística e de montagem.

De forma a deixar mais clara essa falta de repetitividade, o pesquisador calculou um indicador de repetitividade de acordo com as informações disponibilizadas pela empresa A. Este indicador considera tanto o número de peças diferentes em cada etapa, quanto o número de utilizações diferentes para a mesma peça. Esse indicador é obtido através da razão entre o

número de peças diferentes pelo número total de peças pertencentes a etapa. Esse valor então é ponderado de acordo com o número de disposições diferentes que as peças possuem. Este indicador era utilizado antigamente pela empresa em uma análise ao final das obras, a fim de checar o grau de repetitividade dos projetos e sua influência nos custos incorridos durante a etapa de montagem.

Quadro 3 – Divisão de etapas do empreendimento

Zona	Etapa	Área (m²)	Peso (ton)	Indicador de Repetitividade
<i>Zona de Banquetes</i>	Etapa 01	4.245	212,73	66,5 %
	Etapa 02	5.700	265,33	59,9 %
<i>Zona Central</i>	Etapa 03	5.625	280,02	66,2 %
	Etapa 04	3.320	186,28	57,2 %
	Etapa 05	3.740	160,97	57,7 %
<i>Zona de Exibiciones</i>	Etapa 06	5.745	264,48	64,8 %
	Etapa 07	10.790	335,00	63,8 %
	Etapa 08	6.895	301,32	61,8 %
	Etapa 09	2.345	101,14	61,1 %
Total		48.405	2.107,27	67,1 %

(fonte: elaborado pelo autor)

Junto à criação das etapas, a equipe de planejamento realizou o aprazamento da obra. Devido à rapidez demandada pelo cliente e a relevância do contrato para a empresa A, a obra foi tratada como prioridade para a obtenção de espaço de produção. Dessa forma, obras menores e com cronogramas menos desafiadores foram replanejadas a fim de liberar espaço de produção para este empreendimento.

Um dos pontos críticos da fase de aprazamento foi assegurar a finalização de produção e estufagem de container de toda uma etapa, a tempo de elaborar a documentação de entrada da mercadoria no porto de origem. A entrega da documentação de cada container devia ser realizada com uma semana de antecedência da data de reserva da carga no navio e o processo de elaboração da documentação levava entre 1 e 2 dias úteis após a emissão da nota fiscal. A data limite de entrega da carga no porto era de 3 dias úteis antes da data de reserva da carga no

navio. Devido à localização da obra estar em um *hub*² marítimo, ambos os portos utilizados possuíam navios com destino ao porto de Balboa (PABLB) com saída semanal. Desta forma, o período mínimo necessário para a etapa de logística era de 40 dias corridos, considerando: 1 dia para o processo de carregamento, 1 dia para a emissão dos documentos de embarque, 2 dias para o envio do material ao porto, 3 dias entre a chegada do material no terminal e a saída do navio, 30 dias para o transporte do material até o porto de destino, 2 dias para o desembarço aduaneiro e liberação para retirada do container e 1 dia para a chegada em obra. Em comparação com as outras etapas de produção, o tempo necessário para a logística de uma etapa representava, em média, 51% do tempo total de processamento da etapa.

Além disso, a equipe de planejamento levou em consideração que as peças que compõem as etapas teriam um certo grau de repetitividade. As informações referentes às características da obra foram negligenciadas pelo setor de planejamento e pelos gestores e coordenadores responsáveis pela obra. Conforme é possível ver na Figura 12, os tempos destinados a engenharia e fabricação de etapas de maior peso foram proporcionalmente menores que os destinados a etapas mais leves. Assim como, etapas com grau de repetitividade e peso próximos tiveram diferenças significativas nos tempos de produção.

Figura 12 – Aprazamento estudo de caso I

Etapas	Peso	Área	Engenharia / EP			Fabricação		
			Início	Fim	Dias	Início	Fim	Dias
001	212,73	4.245	07/12/16	23/01/17	47	16/12/16	31/01/17	46
002	265,33	5.700	07/12/16	25/01/17	49	16/12/16	31/01/17	46
003	280,02	5.625	05/01/17	21/03/17	75	14/01/17	05/04/17	81
004	186,28	3.200	26/01/17	11/04/17	75	03/02/17	26/04/17	82
005	160,97	3.740	01/02/17	28/03/17	55	09/02/17	12/04/17	62
006	264,48	5.745	22/02/17	30/03/17	36	02/03/17	14/04/17	43
007	335,00	10.790	24/02/17	12/04/17	47	04/03/17	27/04/17	54
008	301,32	6.895	13/03/17	03/05/17	51	21/03/17	18/05/17	58
009	101,14	2.345	17/03/17	03/05/17	47	25/03/17	18/05/17	54

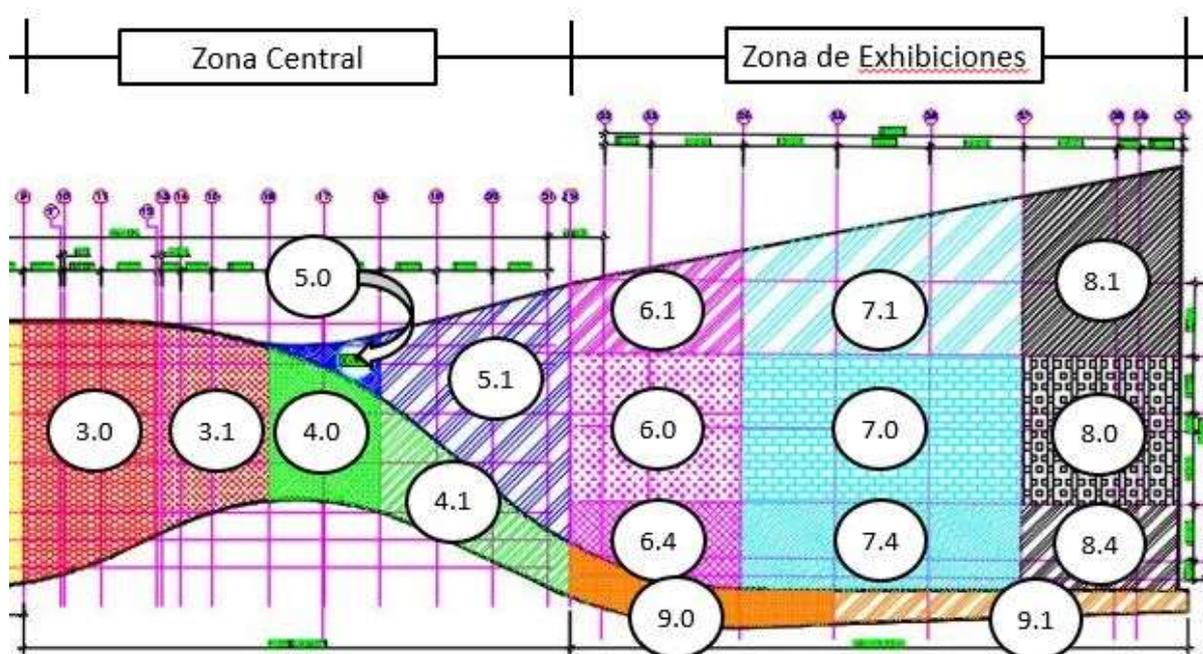
(fonte: fornecida pela empresa A)

Portanto, somente quando a equipe de engenharia começou a elaborar os projetos da zona central e da zona de exhibiciones é que foi verificada a necessidade de um prazo maior para a realização das tarefas. Tendo o cronograma já sido acordado com o cliente, as equipes de

² “Hub – centro efetivo de uma atividade, região ou rede.” Def. 2. *Shorter Oxford English Dictionary*. Oxford University Press. 6ª edição. 2000.

engenharia e planejamento trabalharam em conjunto para subdividir as etapas dessas zonas em pacotes menores (Figura 13), buscando reduzir o tamanho dos lotes de trabalho e assim facilitar o encadeamento das atividades para manter o cronograma inicial.

Figura 13 – Subdivisão de etapas



(fonte: elaborada pelo autor)

Essa nova subdivisão impactou na programação das cargas para os embarques. Por não possuir uma sistemática estruturada para o carregamento das peças e devido a essa nova divisão das etapas ter ocorrido com o processo já em andamento, os encarregados da logística focaram-se apenas na realização das datas dos embarques. Como consequência, o envio de material das etapas 3 a 9 foi realizado sem um sequenciamento claro das peças, com os materiais das diversas etapas misturados e, em alguns casos, com etapas incompletas.

Devido a algumas restrições de canteiro, a equipe de montagem possuía a disponibilidade de realizar o descarregamento do material de no máximo 8 containers direto em obra. Assim, os materiais que foram enviados do 9º (nono) embarque em diante (etapas 4 a 9), cerca de 81 containers, tiveram que ser levados a um armazém disponibilizado pelo cliente para descarregamento, separação das peças, montagem de nova carga e envio a obra. Além disso, uma equipe de 6 funcionários foi deslocada da fábrica (Brasil) para a obra (Panamá) pelo período de 4 meses, a fim de auxiliar nesse processo de remontagem das cargas.

Antes de iniciar a análise dos embarques, é imprescindível entender a estrutura que existe por trás da criação de etapas e subetapas utilizada pela empresa. Após a divisão das etapas pela equipe de planejamento, a obra é subdividida em subetapas que representam conjuntos de peças com um determinado fim específico e que possuem uma nomenclatura padronizada pela empresa. Por exemplo, todo o material que pertence a subetapa 10A faz parte do conjunto de chumbadores que é responsável pela ancoragem da obra. Buscando facilitar a compreensão, a Figura 14 apresenta as subetapas que existem dentro de cada etapa do projeto e a Figura 15 apresenta a descrição de cada uma das subetapas.

Figura 14 – Criação de etapas e subetapas (Caso I)

Etapas									
Subetapas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10A	001.10A		003.10A		005.10A	006.10A		008.10A	
15A	001.15A	002.15A					007.15A		
25A	001.25A	002.25A	003.25A	004.25A	005.25A	006.25A	007.25A	008.25A	009.25A
26A	001.26A	002.26A	003.26A	004.26A	005.26A	006.26A	007.26A	008.26A	009.26A
27A							007.27A		
30A	001.30A	002.30A	003.30A	004.30A	005.30A	006.30A	007.30A	008.30A	009.30A
31A	001.31A	002.31A	003.31A	004.31A	005.31A	006.31A	007.31A	008.31A	009.31A
32A	001.32A	002.32A	003.32A	004.32A	005.32A	006.32A	007.32A	008.32A	009.32A
33A	001.33A		003.33A			006.33A	007.33A	008.33A	
34A			003.34A			006.34A	007.34A	008.34A	
35A			003.35A						009.35A
36A				004.36A					
37A				004.37A	005.37A				

(fonte: elaborada pelo autor)

Figura 15 – Descrição das subetapas (Caso I)

Subetapas	
10A	Chumbadores
15A	Pré-montagem - para treinamento dos funcionários no local
25A	Sistema Estrutural Medabar
26A	
27A	
30A	
31A	Sistema de Treliças Espaciais
34A	
36A	
37A	
32A	Estrutura de Fechamento
33A	Viga de Transição
35A	Itens de Almoxarifado

(fonte: elaborada pelo autor)

De forma a estruturar as informações dos embarques e fornecer um material auxiliar para a análise do processo logístico, a empresa utilizou uma planilha de análise de embarque (Figura 16, Figura 17 e Figura 18). Com essa ferramenta auxiliar foi possível identificar os erros de sequenciamento dos embarques, das misturas de peças e dos envios de etapas incompletas. Entretanto, no caso em questão, a planilha não foi utilizada para retroalimentar o sistema de produção. A ferramenta foi utilizada apenas para tornar visíveis os erros ocorridos no processo e servir como um resumo de acesso rápido para equipe de gestão da obra, tendo em vista ser o único arquivo que possuía todas as informações de produção e embarque da obra.

Figura 16 – Resumo do processo logístico (Análise de Embarques Caso I)

Nº do Embarque	Info Expeditors	Fábrica	Book	ETA Balboa	Container	Carga	Etapas	Peso ZPP (ton)
Total						126		2.279,84803
Subtotal						126		2.279,84803
11º Embarque	15	SER	07/jun	04/jul	CAIU8350434	5786	006	21,06543
11º Embarque	15	SER	07/jun	04/jul	CAIU5326166	5787	007	17,35871
11º Embarque	15	SER	07/jun	04/jul	BMOU4951252	5788	008	20,40269
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	PONU8027662	5823	007	24,46240
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	MRKU5527364	5825	007	20,34500
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	PONU7673415	5841	007	16,61340
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	MRKU5502160	5844	005	18,21202
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	MRKU3462623	5855	007	21,80737
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	PONU7381429	5875	005	19,30509
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	MSKU9263873	5877	005	23,37754
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	MSKU1714461	5887	004	20,46819
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	PONU8184830	5903	005	21,74564
12º Embarque	16	NOB	09/jun	07/jul	PONU8172146	5908	005	14,31682
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	FCIU8076384	5803	007	13,39755
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	TRLU7381734	5871	007	18,56924
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	HLXU8016664	5872	005	20,42687
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	FCIU8314498	5910	004	16,31672
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	FCIU8038105	5911	005	16,92278
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	AMFU8566493	5912	004	15,93608
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	UETU5472547	5913	005	18,94515
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	DFSU6610410	5914	005	12,13419
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	HLXU6349096	5915	005	19,60452
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	TCNU6739689	5916	005	18,74014
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	AMFU8724834	5917	005	12,98480
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	SEGU5610685	5918	005	22,57860
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	CAIU8553513	5919	005	13,77207
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	TCLU6097386	5920	005	13,07998
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	CLHU8450243	5921	005	12,40489
12º Embarque	16A	NOB	08/jun	04/jul	CAIU8643052	5922	005	17,43531

(fonte: fornecida pela empresa A)

Conforme pode ser visto na Figura 17, 21 das 26 cargas enviadas no 12º embarque continham mais de uma etapa no mesmo container, sendo que algumas cargas chegavam a ter 3 etapas diferentes no mesmo container. Se realizada uma análise em conjunto da Figura 17 com a Figura 18, é possível perceber que, enquanto o material da estrutura principal (30A e 31A) das etapas

4.0, 4.1, 5.0 e 5.1 estava sendo enviado, o material da viga de transição (33A) entre as etapas 7.0 e 7.1 estava sendo enviado em conjunto, mostrando a falta de sequenciamento das etapas no processo de embarque, assim como a mistura de etapas na montagem das cargas.

Figura 17 – Resumo das cargas por etapa (Análise de Embarques Caso I)

		ETAPAS								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
11°	5786	-	-	-	-	-	21,1	-	-	-
	5787	-	-	-	-	-	3,1	14,1	0,2	-
	5788	-	-	-	-	-	-	-	20,4	-
12° Embarque	5823	-	-	-	-	-	-	24,5	-	-
	5825	-	-	-	-	-	-	20,3	-	-
	5841	-	-	-	-	-	-	16,6	-	-
	5844	-	-	-	-	17,4	-	0,8	-	-
	5855	-	-	-	-	-	-	21,8	-	-
	5875	-	-	-	-	18,5	-	0,8	-	-
	5877	-	-	-	-	22,6	-	0,8	-	-
	5887	-	-	-	19,7	-	-	0,8	-	-
	5903	-	-	-	8,2	12,7	-	0,8	-	-
	5908	-	-	-	-	13,5	-	0,8	-	-
	5803	-	-	-	-	-	-	13,4	-	-
	5871	-	-	-	-	-	-	15,9	2,7	-
	5872	-	-	-	-	19,6	-	0,8	-	-
	5910	-	-	-	-	15,5	-	0,8	-	-
	5911	-	-	-	-	16,1	-	0,8	-	-
	5912	-	-	-	7,7	7,4	-	0,8	-	-
	5913	-	-	-	-	18,2	-	0,8	-	-
	5914	-	-	-	11,3	-	-	0,8	-	-
	5915	-	-	-	-	18,8	-	0,8	-	-
	5916	-	-	-	7,7	10,2	-	0,8	-	-
5917	-	-	-	-	12,2	-	0,8	-	-	
5918	-	-	-	0,7	21,1	-	0,8	-	-	
5919	-	-	-	2,2	10,5	-	1,0	-	-	
5920	-	-	-	0,9	11,4	-	0,8	-	-	
5921	-	-	-	10,3	1,4	-	0,8	-	-	
5922	-	-	-	2,2	14,5	-	0,8	-	-	

(fonte: fornecida pela empresa A)

Figura 18 – Resumo das cargas por subetapa (Análise de Embarques Caso I)

		CC AMADOR												
		10A	15A	25A	26A	27A	30A	31A	32A	33A	34A	35A	36A	37A
11º	5786	-	-	-	21,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5787	-	-	0,2	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5788	-	-	20,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12º Embarque	5823	-	-	-	-	-	6,7	-	-	17,8	-	-	-	-
	5825	-	-	-	-	-	1,7	-	-	18,7	-	-	-	-
	5841	-	-	-	-	-	15,8	-	-	0,8	-	-	-	-
	5844	-	-	-	-	-	17,4	-	-	0,8	-	-	-	-
	5855	-	-	-	-	-	19,8	-	-	2,0	-	-	-	-
	5875	-	-	-	-	-	18,5	-	-	0,8	-	-	-	-
	5877	-	-	-	-	-	13,1	9,5	-	0,8	-	-	-	-
	5887	-	-	-	-	-	15,2	-	4,5	0,8	-	-	-	-
	5903	-	-	-	-	-	11,7	9,3	-	0,8	-	-	-	-
	5908	-	-	-	-	-	13,5	-	-	0,8	-	-	-	-
	5803	-	-	-	-	-	12,6	-	-	0,8	-	-	-	-
	5871	-	-	2,7	-	-	14,9	-	-	1,0	-	-	-	-
	5872	-	-	-	-	-	18,7	1,0	-	0,8	-	-	-	-
	5910	-	-	-	-	-	-	15,5	-	0,8	-	-	-	-
	5911	-	-	-	-	-	-	16,1	-	0,8	-	-	-	-
	5912	-	-	-	-	-	7,7	7,4	-	0,8	-	-	-	-
	5913	-	-	-	-	-	-	18,2	-	0,8	-	-	-	-
	5914	-	-	-	-	-	11,3	-	-	0,8	-	-	-	-
	5915	-	-	-	-	-	-	18,8	-	0,8	-	-	-	-
	5916	-	-	-	-	-	1,7	10,2	6,0	0,8	-	-	-	-
5917	-	-	-	-	-	3,7	8,5	-	0,8	-	-	-	-	
5918	-	-	-	-	-	1,9	19,5	0,4	0,8	-	-	-	-	
5919	-	-	-	-	-	5,0	6,9	1,1	0,8	-	-	-	-	
5920	-	-	-	-	-	1,6	10,7	-	0,8	-	-	-	-	
5921	-	-	-	-	-	2,0	0,9	8,7	0,8	-	-	-	-	
5922	-	-	-	-	-	1,2	13,3	2,2	0,8	-	-	-	-	

(fonte: fornecida pela empresa A)

Na Figura 17 é possível ver a quantidade peso, em toneladas, que cada etapa possui dentro das cargas que foram enviadas nos embarques 11 e 12. Na Figura 18 é apresentada a mesma informação, mas sob a ótica das subetapas da obra. A análise destas duas tabelas em conjunto pode ser feita através da semelhança de pesos entre etapas e subetapas, que posteriormente pode ser validada com uma análise mais profunda do relatório de embarques da obra.

A logística representa 6,2% da receita total do projeto. Em uma análise financeira do processo logístico desta obra, verificou-se que 5,0% dos gastos incorridos com a logística deste projeto

poderiam ter sido evitados caso a empresa não realizasse a mistura das cargas e o envio de etapas incompletas. Este valor corresponde ao número de processos adicionais de embarque (8), ao número de containers adicionais (4), aos embarques aéreos realizados (3) e às correções dos documentos de conhecimento de embarque (4) necessários devido aos erros cometidos. Além disso, as medidas tomadas para mitigar os impactos no cronograma de montagem acabaram por gerar um custo adicional equivalente à 4,5% da receita total. Sendo assim, a aplicação da planilha de análise de embarque para retroalimentação de informação para o processo produtivo teria o potencial de evitar o gasto de cerca de 4,8% da receita total do projeto. Os custos incorridos que foram atribuídos aos erros apresentados excedem em cerca de 77,4% dos custos de transporte que foram orçados para a obra. Mesmo essa sendo uma obra onde os custos logísticos beiram a faixa média inferior, os problemas causados acabam por elevar os custos à cerca de 11% da receita total da obra.

4.4 ESTUDO DE CASO II

O cliente responsável pela obra do estudo de caso II, denominado cliente D, buscava por uma solução estrutural que permitisse a otimização do uso da área construída. Este empreendimento se tratava de um centro de distribuição localizado próximo ao Aeroporto Internacional Jorge Chávez e ao Porto de Callao, em Lima no Peru.

Durante a elaboração da proposta técnica e comercial da obra, as equipes de planejamento e gestão de obras fizeram a divisão das etapas do empreendimento, o aprazamento da obra e o planejamento de embarques dos materiais.

Na fase de divisão de etapas do empreendimento, a equipe optou por dividir cada prédio em quatro etapas semelhantes entre si. Essa divisão em etapas foi acordada junto ao cliente, visando reduzir o tamanho dos lotes de trabalho e atender às datas do plano de longo prazo da obra. Dessa forma, as etapas que foram criadas para a obra acabaram seguindo uma parametrização que a empresa utilizava, o que acabou gerando etapas com características muito parecidas entre si, conforme pode ser visto no Quadro 4Quadro 3. Essa parametrização na divisão das etapas possibilitava o ganho de aprendizagem por repetitividade. Assim, a primeira etapa exigia mais da atuação dos projetistas e encarregados de logística e de montagem, mas à medida que as outras etapas eram muito similares à primeira, um elevado grau de repetitividade ocorria nos processos, com apenas um pequeno número de alterações.

Quadro 4 – Divisão de etapas do empreendimento

Zona	Etapa	Área (m ²)	Peso (ton)	Indicador de Repetitividade
Bodega 100	Etapa 01	5.700	173,52	70,9 %
	Etapa 02	5.300	168,44	80,8 %
	Etapa 03	5.300	179,99	77,5 %
	Etapa 04	5.700	207,01	72,6 %
Bodega 200	Etapa 05	5.720	193,00	72,3 %
	Etapa 06	5.315	172,75	77,1%
	Etapa 07	5.315	162,45	81,0 %
	Etapa 08	5.720	186,30	70,7%
Total		44.070	1.443,46	95,8 %

(fonte: elaborado pelo autor)

Junto à criação das etapas, a equipe de planejamento realizou o aprazamento da obra. Esta obra possuía o prazo de produção bem reduzido, buscando atender as datas solicitadas pelo cliente. Um dos ganhos significativos no quesito de prazo para esta obra foi a utilização da rota marítima que passa pelo Cabo Horn ao invés da rota que passa pelo Canal do Panamá. Esta rota possui uma disponibilidade bem menor de navios e, principalmente nos últimos anos, os navios estão sempre lotados devido às grandes safras de grãos que são levadas do Brasil para a Ásia. O tempo de antecedência necessário para o pedido de reserva de carga é de aproximadamente 45 dias antes da data de partida do navio, muitas vezes chegando a 60 dias de antecedência. Contudo, o tempo de transporte por esta rota é de 21 dias, em comparação a um tempo de transporte mínimo de 40 dias pela rota que passa pelo Canal do Panamá.

Esta redução no tempo de transporte possibilitou uma redução nos custos de transporte que foi repassada diretamente para o cliente D. Inicialmente, a empresa A havia fechado o contrato para envio de 100% dos chumbadores necessários para os dois prédios (5,83 toneladas) por via aérea. Após a elaboração da planilha de análise de embarques com as informações da rota pelo Cabo Horn, verificou-se que não era necessário o envio por via aérea dos chumbadores do segundo prédio (2,11 toneladas). Essa redução de custos foi passada diretamente para o cliente, não impactando em nada no resultado da empresa A.

A empresa A teve de enfrentar um grande desafio ao escolher enviar o material por esta outra rota: a reduzida disponibilidade de espaço da rota. Este fator implicava em um grande período de antecedência para o pedido de reserva de carga, que foi um dos pontos mais desafiadores do projeto, tendo em vista que quase todos os embarques tiveram de ser reservados antes mesmo de o projeto das peças ficar pronto. Além disso, qualquer atraso que ocorresse na produção teria proporções muito grandes no andamento da obra, tendo em vista esta restrição que a rota marítima possuía.

O processo de envio de material seguia os seguintes passos: reserva de espaço para carga com 45 dias de antecedência da data de partida do navio, elaboração da documentação entre 1 e 2 dias úteis após a emissão da nota fiscal em fábrica, data limite de entrega da carga no porto era de 3 dias úteis antes da data de reserva da carga no navio. Desta forma, o período mínimo necessário para a etapa de logística era de 30 dias corridos, considerando: 1 dia para o processo de carregamento, 1 dia para a emissão dos documentos de embarque, 2 dias para o envio do material ao porto, 3 dias entre a chegada do material no terminal e a saída do navio, 21 dias para o transporte do material até o porto de destino, 1 a 2 dias para o desembarço aduaneiro, liberação para retirada do container e chegada em obra.

Devido à necessidade de ter a informação com uma maior antecedência e manter um acompanhamento constante das etapas de produção e embarque da obra, a equipe de gestão optou por utilizar a planilha de análise de embarques para retroalimentar o sistema da empresa. As planilhas de análise de embarques e de controle de produção foram utilizadas como balizadores para a montagem de cargas e o dimensionamento das quantidades de cargas necessárias para cada embarque.

Outro fator que incentivou a equipe de gestão da empresa a adotar esta sistemática de controle para a obra foi o fato de todos os pagamentos de material serem realizados apenas após o recebimento do material no porto de destino. Sendo assim, as informações da planilha de análise de embarques eram cruciais para o fluxo financeiro da obra. Pois serviam como base para o controle do avanço físico e financeiro da obra.

Através do uso da planilha de controle de produção em conjunto com a planilha de análise de embarques, a equipe de gestão da obra possuía uma forma de identificar a ocorrência de erros no processo de forma rápida e agir de forma preventiva. Dessa forma, o número de ocorrências de erros foi reduzido de forma significativa.

Ao analisar as informações dos controles (Figura 19, Figura 20 e Figura 21), é possível notar que os embarques buscavam seguir a política de etapa completa da empresa e o sequenciamento de montagem planejado, além de minimizar a mistura de etapas dentro de uma carga. Uma das poucas exceções foram as cargas enviadas no segundo embarque. Estas possuíam um pouco mais de misturas entre as cargas (Figura 22), devido ao fato de levarem a estrutura principal de quase todo o primeiro prédio (treliças – subetapa 20A). Estas estruturas eram enviadas com antecedência para liberar frente de montagem para equipe de pré-montagem da estrutura.

Figura 19 – Resumo do processo logístico (Análise de Embarques Caso II - parte 1)

	Shipment	Fatura	Salida de la fábrica	Puerto de salida	Salida del navio	Puerto Intermediário	Salida del navio
	Total						
BODEGA 100	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-RIG	15/08	Rio Grande	25/08	-	-
	5th Shipment	M4-VIT	11/08	Vitória	14/08	Santos	23/08
	5th Shipment	M4-VIT	11/08	Vitória	14/08	Santos	23/08
	5th Shipment	M4-VIT	11/08	Vitória	14/08	Santos	23/08
	5th Shipment	M4-VIT	11/08	Vitória	14/08	Santos	23/08
BODEGA 200	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-RIG	21/08	Rio Grande	25/08	-	-
	6th Shipment	M5-VIT	21/08	Vitória	13/09	Santos	19/09
	6th Shipment	M5-VIT	21/08	Vitória	13/09	Santos	19/09
6th Shipment	M5-VIT	21/08	Vitória	13/09	Santos	19/09	

(fonte: fornecida pela empresa A)

Figura 20 – Resumo do processo logístico (Análise de Embarques Caso II - parte 2)

ETA Puerto - Callao	Contenedor	Cargo	Step	Peso ZPP (ton)	Information	Fábrica
		96		1373,61934	-	
08/09	SUDU8948125	6602	004	20,13056	ANRM67700A3OYWPT	Nova Bassano
08/09	SUDU8891760	6607	004	14,37760		Nova Bassano
08/09	SUDU5838675	6610	004	3,17722		Nova Bassano
08/09	SUDU8979569	6621	004	15,52858		Nova Bassano
08/09	HASU4618349	6624	004	14,29278		Nova Bassano
08/09	HASU4517003	6627	004	10,19458		Nova Bassano
08/09	SUDU8658532	6628	004	9,75533		Nova Bassano
08/09	HASU4001974	6797	004	2,88842		Nova Bassano
08/09	CRXU9939873	6798	004	2,88842		Nova Bassano
08/09	HASU4279800	6508	004	16,48197		Serra
08/09	SUDU8606673	6509	004	16,05859	ANRM67940A3N1BZH	Serra
08/09	SUDU6746547	6536	004	14,43400		Serra
08/09	SUDU8859028	6569	004	10,25575		Serra
08/09	HASU4071729	6749	005	12,95994		Nova Bassano
08/09	SUDU5593206	6763	005	12,12653	ANRM67700A3OYM2B	Nova Bassano
08/09	TCNU8805481	6772	005	15,67023		Nova Bassano
08/09	TCNU7124436	6773	005	21,59264		Nova Bassano
08/09	CRSU9156500	6787	005	17,09630		Nova Bassano
08/09	HASU5059651	6833	005	8,34767		Nova Bassano
08/09	TGHU9847230	6846	005	14,93264		Nova Bassano
08/09	SUDU6843784	6851	005	22,48262		Nova Bassano
06/10	SUDU8659586	6809	005	18,03280		Serra
06/10	AXIU1504928	6810	005	16,82604	ANRM67940A3QCT4N	Serra
06/10	TCNU4479812	6811	005	14,78169		Serra

(fonte: fornecida pela empresa A)

Figura 21 – Resumo das cargas por etapa e subetapa (Análise de Embarques Caso II)

	Etapas									Subetapas							
	1	2	3	4	5	6	7	8		10A	20A	30A	31A	35A	10B	20B	
6602	-	-	-	20,1	-	-	-	-	5º Embarque	-	-	20,1	-	-	-	-	
6607	-	-	-	14,4	-	-	-	-		-	-	14,4	-	-	-	-	-
6610	-	-	-	3,2	-	-	-	-		-	-	-	-	-	3,2	-	-
6621	-	-	-	15,5	-	-	-	-		-	-	15,5	-	-	-	-	-
6624	-	-	-	14,3	-	-	-	-		-	-	13,3	-	-	-	-	1,0
6627	-	-	-	10,2	-	-	-	-		-	-	5,2	-	-	5,0	-	-
6628	-	-	-	9,8	-	-	-	-		-	-	8,6	-	-	1,1	-	-
6797	-	-	-	2,9	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2,9	-	-
6798	-	-	-	2,9	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2,9	-	-
6508	-	-	-	16,5	-	-	-	-		-	-	-	-	-	16,5	-	-
6509	-	-	-	16,1	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	16,1	-
6536	-	-	-	14,4	-	-	-	-		-	-	-	-	-	14,4	-	-
6569	-	-	-	10,3	-	-	-	-		-	-	-	-	-	10,3	-	-
6749	-	-	-	-	13,0	-	-	-		6º Embarque	-	-	13,0	-	-	-	-
6763	-	-	-	-	12,1	-	-	-	-		-	12,1	-	-	-	-	-
6772	-	-	-	-	15,7	-	-	-	-		-	15,7	-	-	-	-	-
6773	-	-	-	-	21,6	-	-	-	-		-	21,6	-	-	-	-	-
6787	-	-	-	-	17,1	-	-	-	-		-	17,1	-	-	-	-	-
6833	-	-	-	1,2	7,2	-	-	-	-		-	7,2	-	-	1,2	-	-
6846	-	-	-	-	14,9	-	-	-	-		12,8	1,3	-	-	-	-	0,9
6851	-	-	-	-	22,5	-	-	-	-		22,5	-	-	-	-	-	-
6809	-	-	-	-	18,0	-	-	-	-		-	-	-	-	18,0	-	-
6810	-	-	-	-	16,8	-	-	-	-		-	-	-	-	16,8	-	-
6811	-	-	-	-	14,8	-	-	-	-		-	-	-	-	0,4	14,4	-

(fonte: fornecida pela empresa A)

Figura 22 - Terceiro embarque do Caso II

Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	3º Embarque	10A	20A	30A	31A	35A	10B	20B
	Peso	167	159	168	195	184	164	157		178	6	297	583	14	1	373
6299	-	14,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,9	-	-	-	-
6312	-	15,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4	-	-	-	-
6315	-	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,8	-	-	-	-
6320	-	4,9	0,6	8,3	-	-	-	-	-	-	9,0	-	4,9	-	-	-
6322	-	-	4,3	14,8	-	-	-	-	-	-	19,1	-	-	-	-	-
6323	-	-	20,4	-	-	-	-	-	-	-	20,4	-	-	-	-	-
6305	0,2	3,8	15,6	-	-	-	-	-	-	-	15,6	-	-	-	3,8	0,2
6331	0,6	1,4	0,2	19,8	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	-	1,4	0,6
6278	12,8	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	13,5
6346	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,9	-
6352	-	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	7,8
6372	-	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,8	-

(fonte: fornecida pela empresa A)

Após o envio de todo o material referente a esta obra, foi identificado apenas um problema: a falta de lã de vidro para envio da etapa 06, no sétimo embarque. Os pedidos de fornecimento de lã de vidro eram realizados quinzenalmente e uma das obras que estava na lista de prioridades para produção teve suas etapas de fechamento antecipadas. Assim, o material que deveria ser utilizado para a obra deste estudo de caso foi transferido para a obra que era prioridade. Como o fornecedor não conseguiria fornecer o material a tempo de dar entrada no estoque da fábrica e passar pelo processo de estufagem do container, a Empresa A negociou com a empresa responsável pelo transporte marítimo a troca da reserva de carga deste container. Sendo assim, o material foi enviado junto com o material da etapa 7 no embarque seguinte.

Frente aos aspectos financeiros, não houve a incidência de qualquer custo adicional devido ao frete de material, pois os gastos referentes ao frete dos chumbadores foram repassados em forma de desconto para o cliente. Assim, o valor de frete da obra se manteve nos 8% da receita total.

4.5 DISCUSSÃO FINAL

O primeiro estudo de caso na empresa A discute as consequências da falta de planejamento detalhado dos processos logísticos e também da não adoção de padrões utilizados para a divisão da obra em etapas. Inicialmente, a empresa acabou por abrir mão da utilização das premissas de divisão de etapas utilizadas pela empresa a fim de seguir uma divisão prévia estabelecida pelo cliente. Esta divisão de etapas acabou impactando diretamente no fluxo do trabalho dentro da empresa, principalmente no que se refere ao processo logístico. Como não havia uma padronização dos lotes de trabalho, a empresa não conseguiu estabelecer uma rotina clara para

repetição das atividades. Sem ter uma estruturação clara do processo, as atividades acabaram sendo executadas de acordo com a experiência dos envolvidos no processo o que acarretou em uma série de problemas que impactaram, tanto nos custos como no cronograma de execução da obra.

No primeiro estudo de caso, as planilhas de controle de produção e de análise de embarques serviram para tornar claro os pontos em que ocorreram os problemas, assim como para estruturar a informação utilizada na análise financeira realizada ao final do projeto. Os dados fornecidos por ambas as ferramentas foram utilizados apenas para as análises realizadas após a ocorrência dos problemas registrados na obra.

Já no segundo caso, ambas as ferramentas foram utilizadas para controlar o andamento do processo logístico e prover a análise de informações relevantes para o gerenciamento do projeto. Estas informações foram utilizadas na execução do planejamento dos embarques, no acompanhamento do fluxo físico-financeiro da obra, assim como base de informações para a equipe de montagem locada na obra. A utilização destas ferramentas possibilitou a ação dos agentes envolvidos na prevenção de falhas, possibilitando o andamento do projeto sem maiores atrasos e custos gerados.

Uma das principais diferenças que pode ser citada entre os dois estudos de caso é o modo de execução do planejamento das cargas para o embarque. Enquanto no primeiro caso, a definição dos materiais e do sequenciamento de embarque é dada pela experiência do funcionário responsável pela montagem das cargas durante a execução da montagem dos skids. No segundo caso ela é executada de forma prévia, seguindo o sequenciamento de atividades passado pelo setor de planejamento de obras. Cabe citar que outro fator importante nesse caso foi a consideração de repetitividade feita pelo setor de planejamento, não adotada no estudo de caso I. Essas diferenças na execução de cada um dos casos impactaram em uma diferença considerável entre o número de casos de cargas misturadas. No primeiro caso, 76 das 126 cargas enviadas para obra continham uma ou mais etapas em um mesmo container, o que representa 60,3% das cargas enviadas. No segundo caso, apenas 15 das 96 cargas enviadas possuíam misturas de peças (15,6%).

Após os resultados obtidos neste segundo estudo de caso, a empresa optou por testar uma forma de sistematização do processo de elaboração do plano de cargas. Em duas outras obras subsequentes ao estudo de caso II, o planejamento e a definição das cargas ficou sob

responsabilidade da equipe de estrutura de produto (EP), que é responsável por programar a produção das peças. Ao realizar a programação, a equipe de EP atribuía um número de carga ao elemento. Com isso, ao final da produção as peças eram separadas em lotes pré-definidos para carregamento, reduzindo o número de movimentações de peças dentro de fábrica e agilizando o processo de carregamento das estruturas.

5 CONCLUSÃO

Os problemas relacionados ao planejamento e controle do processo logístico de suprimentos para as obras da empresa A motivaram a realização deste trabalho. Foram realizados dois estudos de casos em obras da empresa, especializada em sistemas construtivos metálicos. As principais conclusões destes estudos são apresentadas a seguir.

A definição do tamanho adequado do lote de trabalho é um dos pontos que cabe ser citado. No primeiro estudo de caso, a empresa A optou por seguir a divisão das etapas já utilizada pelo cliente, não utilizando assim uma divisão estruturada seguindo as parametrizações de trabalho da empresa. Devido a esta divisão, os tempos dispendidos em engenharia e produção de cada etapa possuíam uma variação considerável, além do fato de algumas etapas serem relativamente grandes (etapa 7 – 10.790 m²). Com isso, a empresa teve de realizar uma nova divisão de etapas durante a execução do processo de produção, o que acabou aumentando a complexidade das informações do processo. Essa divisão de etapas é utilizada pela empresa para a programação dos embarques, ou seja, segundo a visão da empresa cada etapa seria um lote de transporte. Conforme Bataglin (2017), esta definição de lote de transporte é fundamental para o controle do fluxo de materiais e a sincronização entre produção e montagem. Um planejamento mais eficiente buscaria alinhar o tamanho do lote de produção com a frequência e quantidade dos lotes de transporte (MATT; DALLASEGA; RAUCH, 2015), a fim de buscar o fluxo contínuo de materiais.

Além da definição adequada dos lotes de produção e transporte, a execução de um gerenciamento eficiente do processo logístico é extremamente necessária para trazer os ganhos que os sistemas industrializados proporcionam (PHENG; CHUAN, 2001). A economia de espaço de armazenagem (ČUŠ-BABIČ et al., 2014), o aumento da eficiência e rapidez do processo de montagem (PHENG; CHUAN, 2001) foram notados apenas no estudo de caso II. No estudo de caso I, a falta de gerenciamento adequado do processo logístico implicou exatamente no oposto: problemas de falta de espaço de armazenagem, redução da eficiência e da rapidez do processo de montagem devido à necessidade de movimentações de peças geradas pela falta de organização das cargas que chegavam ao canteiro.

A falta de planejamento e gerenciamento adequado das tarefas acarretou no aumento de atividades que não agregam valor. No estudo de caso II, a empresa pode contar com o auxílio de algumas ferramentas de gestão que facilitaram a estruturação da informação para o planejamento das atividades. Através da planilha de análise de embarques e do relatório de controle de produção a empresa pode planejar de forma mais eficiente as cargas que seriam enviadas para canteiro. Dessa forma, a execução da montagem das cargas era executada no pátio da fábrica, em local destinado e com maquinário e efetivo disponível para executar a operação. No primeiro caso, além da montagem das cargas no pátio de fábrica, as cargas precisavam ser remontadas no local de destino antes de serem levadas ao local final de montagem, tendo em vista a limitação de espaço disponível no canteiro. Este retrabalho acabou por gerar custos adicionais ao projeto.

Um ponto importante apresentado em ambos os casos é a necessidade de tomada de decisão em meio à incerteza de informações. No segundo estudo, decisões importantes sobre o processo logístico do projeto tiveram de ser tomadas antes mesmo da elaboração dos projetos para a produção. Segundo Ballard e Zabelle (2000) é muito importante saber quanto tempo é necessário para a execução de uma tarefa, pois dessa forma é possível postergar a tomada de decisões chave para o processo o máximo possível, possibilitando a aquisição de mais informações e buscando evitar a tomada de decisões prematuras. Dessa forma a empresa pode analisar diferentes alternativas para o caso por mais tempo, contribuindo para a realização de melhores escolhas para os projetos (BALLARD; ZABELLE, 2000).

Com relação aos objetivos deste trabalho, o objetivo principal foi “analisar o processo logístico de obras internacionais em uma empresa de sistemas pré-fabricados metálicos”. Os estudos de casos serviram para identificar alguns pontos chave do processo logístico de obras internacionais da empresa. Como:

- a) A alta relevância do processo de divisão de etapas. Tendo em vista que esta etapa é o ponto de definição dos lotes de trabalho e de transporte pela empresa e do alto grau de importância que a definição correta destes itens tem para o controle do processo logístico;
- b) A necessidade de um controle mais eficiente sobre o processo logístico de suprimentos. Muitos dos ganhos que o sistema construtivo pré-fabricado metálico traz necessitam da execução eficiente do processo logístico, que sem o controle adequado pode causar grandes problemas na execução da obra;

- c) O tempo de transporte necessário entre fábrica e canteiro de obras é relativamente longo, fazendo a fábrica trabalhar sempre à frente da necessidade da obra. O que acarreta na diminuição da troca de informações entre estes dois locais de produção.

Esses três pontos, se bem estudados e trabalhados tem um grande potencial de contribuição para a melhoria do processo logístico de obras internacionais da empresa A. Grande parte dos problemas identificados no caso I e dos sucessos apresentados no caso II passaram pelas decisões tomadas nestas três etapas do processo. Algumas propostas de melhorias que abrangem estes pontos são apresentadas no objetivo secundário.

O objetivo secundário consistiu em “avaliar os casos da empresa, a fim de identificar pontos de melhoria e aprendizado para a empresa”. Após a análise dos casos, os seguintes pontos foram apresentados a empresa como aprendizado para a elaboração de planos de melhoria:

- a) Aprazamento: definir a divisão das etapas dos empreendimentos de forma a equalizar os lotes de produção com as frequências e quantidades dos lotes de embarque;
- b) Planejamento de cargas: buscar a elaboração do plano de cargas de forma prévia ao processo de logística, seguindo o sequenciamento de montagem, evitando a mistura de etapas na montagem dos skids e o envio de etapas incompletas;
- c) Produto: buscar a redução do número de peças diferentes dentro do projeto, visando aumentar a padronização de peças e possibilitar a racionalização do serviço de montagem.

Com base nas conclusões apresentadas, são sugeridas algumas oportunidades para a realização de estudos futuros relacionados a gestão logística de obras internacionais:

- a) Padronização da ferramenta apresentada nesse estudo para aplicação em outros projetos;
- b) Análise comparativa entre a logística para obras nacionais e obras internacionais;
- c) Análise entre o aproveitamento planejado e o aproveitamento real dos containers;
- d) Aplicação de modelos BIM para modelagem de carga.

REFERÊNCIAS

- AKINTOYE, A. Just-In-Time application and implementation for building material management. **Construction Management and Economics**, v. 13, p. 105-113. 1995.
- ANTUNES JR, J. A. V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. 1998. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. **What Kind of Production is Construction?** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 6., Proceedings... Guarujá: IGLC/UFRGS, 1998.
- BALLARD, G.; ZABELLE, T. **Lean Design: Process, Tools & Techniques** Lean Construction Institute, 2000.
- BARBOSA, A. A. R.; MUNIZ, J.; DOS SANTOS, A. U. **Contribuição da Logística na Indústria da Construção Civil Brasileira**. Revista Ciências Exatas – Universidade de Taubaté (UNITAU), Brasil, v. 2, n. 1. 2008.
- BATAGLIN, F. S. **Modelo para gestão dos processos logísticos em obras de sistemas pré-fabricados *Engineer-to-order***. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.
- BERTELSEN, S. **Complexity: construction in a new perspective**. 2002.
- BERTELSEN, S.; NIELSEN, J. **Just-In-Time logistics in the supply of building materials**. In: First International Conference on Construction Industry Development: Building the Future. Proceedings... Singapore, 1997.
- BORTOLINI, R. **Modelo para planejamento e controle logístico de obras de sistemas pré-fabricados do tipo ETO com o uso de BIM 4D**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: UFRGS. Porto Alegre, 2015.
- CHAN, W. T.; ZENG, Z. **Coordinated production scheduling of prefabricated building components**. Construction Research Congress. Anais... 2004.
- COLETÂNEA LEAN 2004-2010. C. Rolim Engenharia, 2010.
- ČUŠ-BABIČ, N. et al. **Supply-chain transparency within industrialized construction projects**. In: Computers in Industry, v. 65, 2. ed., p. 514-524. 2014.
- DEFFENSE, J.; CACHADINHA, N. **Lean production in the precast concrete components' industry**. In: 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Peru, 2011.
- EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to building information modeling**. New Jersey: John Wiley and Sons, p. 650. 2011.

- HAWKINS, G. Industrialised, integrated and intelligent construction project logistics. **Industrialised, Integrated, Intelligent sustainable Construction**, p. 163. 2010.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report, n. 72: Center for Integrated Facility Engineering, Salford, 1992.
- KOSKELA, L. Is Structural Change the Primary Solution to the Problems of Construction? **Building Research & Information**. v. 31, n. 2, p. 85-96, 2003.
- LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. **Fundamentals of Logistics Management**. Boston, MA: Irwin/McGraw-Hill, 1998.
- LARSSON, J.; SIMONSSON, P. **Barriers and Drivers for increased use of off-site bridge construction in Sweden**. In: Smith, S.D (Ed) Procs 28th Annual ARCOM Conference, Edinburgh, UK, Association of Researchers in Construction Management, p. 751-761. 2012.
- LEAN INSTITUTE BRASIL (LIB). **Léxico Lean. Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. Tradução de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- LESSING, J. **Industrialised House-Building: concept and processes**. Lund, Sweden: KFS AB, p. 89-100. 2006
- LESSING, J.; STEHN, L.; EKHOLM, A. **Industrialised Housing: definition and categorization of the concept**. In: 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Sydney, Austrália, p. 471-480. 2005.
- LIKER, J. K. **The Toyota Way. 14 Management principles from the world's greatest manufacturer**. 1 ed. United States of America: McGraw-Hill, 330p. 2004.
- LILLRANK, P. The transfer of management innovations from Japan. **Organization studies**, v.16, n.6, p. 971-989. 1995.
- MATT, D. T.; DALLASEGA, P.; RAUCH, E. Synchronization of the Manufacturing Process and On-site Installation in ETO Companies. **Procedia CIRP**, v. 17, p. 457-462. 2014.
- MATT, D. T.; DALLASEGA, P.; RAUCH, E. On-site Oriented Capacity Regulation for Fabrication Shops in Engineer-to-Order Companies (ETO). **Procedia CIRP**, v. 33, p. 197-202. 2015
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 149p. 1997.
- PHENG, L. S.; CHUAN, C. J. **Just-In-Time Management of Precast Concrete Components**. In: Journal of Construction Engineering and Management. v. 127, 6. ed. p. 494-501. 2001.
- SCHRAMM, W. **Notes on Case Studies of Instructional Media Projects**. Stanford University, Califórnia Institute for Communication Research, 1971.
- SERRA, S. M. B.; OLIVEIRA, O. J. **Development of the logistics plans in building construction**. Proceeding of the Second International Conference on Structural and Construction Engineering. Anais...Rome, Italy: 2003.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 291p. 1996.

SILVA, Fred Borges; CARDOSO, Francisco Ferreira. **Applicability of logistics management in lean construction: a case study approach in Brazilian building companies**. Proceedings IGLC. Vol. 7. 1998.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo, Atlas. 2009.

VIANA, D. D. **Integrated Production Planning and Control Model for Engineer-to-Order Prefabricated Building Systems**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: UFRGS. Porto Alegre, 2015.

VOLLMANN, T. E. et al. **Sistema de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2005.

WESZ, J. G. B. **Planejamento e controle do processo de projeto de sistemas pré-fabricados em ambientes de *Engineer-to-Order***. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: UFRGS. Porto Alegre, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. Revised and updated. Free Press. 2003.

YIN, R., **Case Study Research: Design and Methods**. 3. ed. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, 2003.

ZHAI, Y.; ZHONG, R. Y.; HUANG, G. Q. **Towards operational hedging for logistics uncertainty management in prefabrication construction**. IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). Anais...Elsevier Ltd., 2015.