



Universidade Federal De Sergipe (UFS)  
Centro De Ciências Exatas E Tecnologia (CCET)  
Departamento De Engenharia Civil (DEC)



Aline Rocha Santana Lima

# **Identificação das perdas que geram atraso e custo em uma obra pública: Estudo de Caso**

São Cristóvão – SE

2018



Aline Rocha Santana Lima

## **Identificação das perdas que geram atraso e custo em uma obra pública: Estudo de Caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Universidade Federal de Sergipe (UFS), para  
encerramento do componente curricular e con-  
clusão da graduação em Engenharia Civil.

Universidade Federal de Sergipe (UFS)  
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET)  
Departamento de Engenharia Civil (DEC)

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Débora de Gois Santos  
Coorientador: Renan Tenório de Araújo Lima

São Cristóvão – SE

2018

Aline Rocha Santana Lima .

Identificação das perdas que geram atraso e custo em uma obra pública: Estudo de Caso/ Aline Rocha Santana Lima , São Cristóvão – SE, 2018. 66 p. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

I. Universidade Federal de Sergipe. II. Título.



Aline Rocha Santana Lima

## **Identificação das perdas que geram atraso e custo em uma obra pública: Estudo de Caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe (UFS), para encerramento do componente curricular e conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Aprovada em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Banca Examinadora:

Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Débora de Gois Santos – Universidade Federal de Sergipe (Orientadora)	Nota
Eng. Civil Renan Tenório de Araújo Lima (Coorientador)	Nota
Prof. Msc. Emerson Meireles de Carvalho – Universidade Federal de Sergipe (Examinador 1)	Nota
Prof. Me. Herbert Melo Cruz – UniAges (Examinador 2)	Nota

São Cristóvão – SE

2018

*Este trabalho é dedicado, primeiramente, a Deus  
e ao meu avô Felinto.*



# Agradecimentos

Agradecer a Deus deve ser um exercício cotidiano. Dos acontecimentos mais simples aos grandiosos, é por causa do amor Dele que estamos ali. Eu nunca duvidei disso e, por isso, concordo tanto com um trecho da música de Padre Fábio de Melo que diz “Minha fé me faz vencer”. É por essa certeza que me desafio a enfrentar os obstáculos que a vida prega diariamente. Pai, eu sei que cada conquista minha é obra divina e não me canso de agradecer por esse amor leal.

Gratidão à minha família por tanto amor e apoio. Vocês inspiram e me fazem acreditar que viver no amor é superar as diferenças e apoiar o outro sempre. Meus pais, é difícil falar sobre esse amor que transborda, transforma e me faz crescer sempre. Minhas irmãs, obrigada por acreditarem em mim sempre, por tanta luz e tanta cumplicidade. Minhas avós, obrigada por tudo que fizeram pelos meus pais e por nossa família, a força de vocês é imensurável assim como o meu amor. Vô Felinto (in memorian), essa conquista é nossa!! Vô Tonho (in memorian), obrigada por tudo! Sou apaixonada por cada um de vocês!

Aos meus amigos de todos os caminhos: que encontro maravilhoso que Deus me proporcionou! Vocês são a prova de como uma amizade serve pra somar amor, força e companheirismo. Sou grata a cada um por todo cuidado, paciência e carinho.

Agradeço à minha orientadora, Débora Santos, pela paciência sem igual e por todos os ensinamentos!! Agradeço ao meu coorientador, Renan Lima, por toda disponibilidade e dúvidas tiradas, sua ajuda foi fundamental!

Agraço à RGM Construções por todos esses anos compartilhando experiências que levarei pra vida e por todo acolhimento e paciência para me ensinar. Dos funcionários da obra aos do escritório, vocês completaram minha formação.

Enfim, chego ao fim de mais uma etapa que abrirá portas para outras. A certeza que carrego é que quero seguir a vida cercada do amor de Deus e de todas as pessoas que Ele coloca em minha vida. Carregando um pouco de cada, vou me transformando e sonhando cada vez mais.



# Resumo

Diversas causas comprometem o planejamento físico-financeiro de uma obra. Algumas delas se encaixam na classificação de perdas proposta pelo Sistema Toyota de Produção (STP) e na perda definida por Koskela (2004) como *making-do*. Em obras públicas, a ocorrência dessas perdas é ainda mais comum e tem como agravante os problemas do processo licitatório. A construção enxuta, proposta por Koskela (1992), por sua vez, propõe princípios que, quando aplicados, podem reduzir as perdas. Estas, para a construção civil, constituem um entrave aos custos e prazos definidos anteriormente à execução. O trabalho inacabado definido por Fireman, Formoso e Isatto (2013) como pacotes de trabalho que não são executados dentro do prazo previsto é, segundo os mesmos autores, responsável por desencadear o *making-do*. Dentre as consequências do *making-do*, encontra-se o retrabalho que exige o retorno da mão-de-obra para refazer o serviço até que o produto atinja a qualidade esperada, dessa forma, trazendo impactos ao planejamento de custos e prazo da obra. O objetivo do trabalho foi identificar quais perdas ocorrem, na execução do revestimento cerâmico, em uma obra pública, relacionando as mesmas com os impactos no custo e prazo dos serviços previstos. O objeto de pesquisa foi uma obra do município de Nossa Senhora do Socorro, Sergipe, que estava executando, dentre outros serviços, o revestimento cerâmico interno. A metodologia englobou um estudo de caso, com pesquisa documental de caráter qualitativo e descritivo. Utilizou-se como ferramenta de pesquisa a pesquisa documental (planilha orçamentária, visitas técnicas, aditivos e cronograma físico-financeiro). Houve também consulta a projetos e levantamentos quantitativos. Os resultados mostraram que durante a execução do serviço, cinco perdas do STP ocorreram, além do *making-do*. Notaram-se também exemplos de retrabalho e trabalho inacabado. Através da análise comparativa entre o planejado e o executado, sugere-se o aumento de custo e impactos no prazo global. Foi também através dessa análise que as falhas no processo licitatório nas fases preliminar e interna foram identificadas assim como seus respectivos impactos no custo e prazo.

**Palavras-chaves:** perdas, *making-do*, obra pública. construção enxuta. custo. prazo. retrabalho. trabalho inacabado.



# Abstract

.

**Keywords:** word1. word2. word3.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo de Processo na Filosofia Tradicional. . . . .	30
Figura 2 – Modelo de Processo da Construção Enxuta. . . . .	31
Figura 3 – Compressão progressiva do tempo de ciclo. . . . .	33
Figura 4 – Fluxograma de Procedimentos. . . . .	45
Figura 5 – Método de identificação de causas de perdas por <i>making-do</i> (improvisação). . . . .	48
Figura 6 – Perda por fabricação de produtos defeituosos. . . . .	49
Figura 7 – Estoque de argamassa de assentamento. . . . .	51
Figura 8 – Estoque de revestimento cerâmico. . . . .	52
Figura 9 – Perda por transporte. . . . .	53
Figura 10 – Pré-condição inadequada - parte 1. . . . .	54
Figura 11 – Pré-condição inadequada - parte 2. . . . .	54
Figura 12 – Trabalho inacabado. . . . .	55
Figura 13 – Histograma Simples Comparativo. . . . .	58



## Lista de tabelas

Tabela 1 – Comportamento das publicações ao longo dos anos analisados. . . . .	24
Tabela 2 – Fonte das publicações. . . . .	24
Tabela 3 – Valores do BDI por tipo de obra. . . . .	43
Tabela 4 – Planilha Previsão Inicial - Revestimento Cerâmico (m <sup>2</sup> ). . . . .	56
Tabela 5 – Planilha Previsão com Aditivos - Revestimento Cerâmico (m <sup>2</sup> ). . . . .	57
Tabela 6 – Planilha da Medição - Revestimento Cerâmico (m <sup>2</sup> ). . . . .	57



# Lista de Quadros

3.1	Interação entre fenômenos cobertos por diferentes conceitos de produção. . . .	36
5.1	Perdas encontradas, sua relação com os Princípios da Construção Enxuta e sua influência no Custo (C) ou Prazo (P). . . . .	56



# Lista de abreviaturas e siglas

BDI	Benefícios e Despesas Indiretas.
CE	Construção Enxuta.
JIT	<i>Just-in-time.</i>
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias.
TQC	<i>Total Quality Control.</i>
Sicro	Sistema de Custos Referenciais de Obras.
Sinapi	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil.
STP	Sistema Toyota de Produção.



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>23</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Sistema Toyota de Produção – STP</b>	<b>27</b>
3.1.1	Histórico e características	27
3.1.2	Tipos de perdas	28
<b>3.2</b>	<b>Construção Enxuta</b>	<b>29</b>
3.2.1	Modelo de Conversão	29
3.2.2	Princípios da Construção Enxuta	31
3.2.3	Modelo de Transformação Fluxo-Valor (TFV)	35
3.2.4	<i>Making-do</i>	36
3.2.5	Trabalho Inacabado	38
3.2.6	Retrabalho	39
3.2.7	Atraso	40
<b>3.3</b>	<b>Obra Pública</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Descrição do objeto de pesquisa</b>	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>Descrição da pesquisa</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>49</b>
<b>5.1</b>	<b>Perdas Identificadas</b>	<b>49</b>
<b>5.2</b>	<b>Análise dos prazos e custos</b>	<b>56</b>
	<b>Conclusão</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>63</b>



# 1 Introdução

## 1.1 Justificativa

O planejamento físico e financeiro de uma obra pública pode ser comprometido por diversas causas. Como exemplo, Pereira (2012) aponta: inconformidades e incompatibilidades nos projetos, interferências dos usuários e do contratante, construtoras despreparadas, falta de qualificação da mão de obra, fatores externos e falta de integração entre as etapas de projeto e obra. Há, ainda, problemas associados aos mecanismos que regem o processo licitatório como a Lei 8.666/1993 (SANTOS; STARLING; ANDERY, 2015).

Algumas das causas citadas anteriormente se enquadram na classificação das sete perdas segundo o Sistema Toyota de Produção (STP), como a inconformidade que tem como resultado final um produto defeituoso. Posteriormente, Koskela (2004) adiciona mais um tipo de perda chamado *making-do*. Esta também pode ser relacionada com as causas citadas quando uma decisão é tomada diante da incompatibilidade de projetos sem que haja revisão e comunicação com os projetistas.

Porém, apenas impactos que refletem nos custos chamam a atenção das construtoras para repensar o processo executivo. Devido à fácil visualização, as perdas de materiais são quantificadas para que possam ser cobradas. No entanto, os outros tipos de perdas passam despercebidos e as mesmas podem comprometer o prazo e o custo final da obra.

Deste modo, o preço final de uma obra pública é determinado, pela maioria dos construtores, através da soma do custo com o lucro. Este resultado, denominado preço de venda, não é determinado pelo cliente como propõe o Sistema Toyota de Produção, que utiliza o princípio do “não-custo”.

Esse princípio pressupõe que os consumidores decidem o preço de venda e o lucro é resultado da subtração entre o custo e o preço de venda. Além disso, o STP visa a eliminação das perdas. Estas aumentam os custos e não agregam valor ao produto final (SHINGO, 1996). Acredita-se, dessa forma, que uma obra pública não apresenta ao seu cliente o verdadeiro valor, além de comprometer o prazo e qualidade do serviço prestado.

O levantamento bibliométrico sobre artigos que abrangem o tema abordado neste trabalho foi realizado para os últimos seis anos (2012 a 2017) e o período pesquisado foi de novembro de 2017 a janeiro de 2018. A pesquisa aponta o número total de trabalhos, de autores e de universidades envolvidas, além de apresentar as fontes encontradas. As palavras-chaves pesquisadas foram: perdas, *making-do*, obra pública, construção enxuta, custo, prazo, retrabalho e trabalho inacabado. Estas foram consultadas individualmente e fazendo combinação entre as mesmas. O resultado mostra vinte e seis artigos, sendo a principal fonte de pesquisa o IGLC,

apresentando 46,15% do total dos trabalhos.

O artigo que mais se aproxima da realidade dessa pesquisa é intitulado “Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência” e foi publicado em 2015 na Revista Ambiente Construído. Esse trabalho buscou identificar as categorias e seus respectivos fatores responsáveis pelo desvio de custo e prazo. Muianga, Granja e Ruiz (2015), autores do artigo, obtiveram como resultado nove categorias sendo a de maior ocorrência a de gerenciamento que envolve diversos tipos de perdas, como por exemplo estimativa incorreta de material e interrupção do fluxo de construção por problemas de qualidade.

A Tabela 1 apresenta o comportamento das publicações ao longo dos seis anos, mostrando o número total de autores, trabalhos e universidades envolvidas. Já a Tabela 2 mostra as fontes pesquisadas e a respectiva quantidade de trabalhos.

Tabela 1 – Comportamento das publicações ao longo dos anos analisados.

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Número de Autores	12	14	11	15	10	13	75
Número de Trabalhos	3	6	4	5	3	5	26
Número de Universidades	4	6	4	5	3	3	25

Fonte: Autora (2018)

Tabela 2 – Fonte das publicações.

Nº	Fonte	Total	%Trabalhos
1	IGLC	12	46,15%
2	INFOHAB	5	19,23%
3	Ambiente Construído	5	15,38%
4	SIBRAGEC	5	3,85%

Fonte: Autora (2018)

Analisando os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, é possível verificar que ao decorrer dos seis anos os temas relacionados a este trabalho apresentaram pequenas variações, mostrando, dessa forma, sua relevância.

Considerando que a realidade construtiva seja conhecida pelos construtores, este trabalho propõe responder a seguinte problemática: quais os tipos de perdas existentes ,no processo de assentamento de revestimento cerâmico, em uma obra pública e como estas refletem no atraso e nos custos deste tipo de empreendimento?

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é verificar se há relação dos tipos de perdas identificados no serviço de revestimento cerâmico com o aumento dos custos.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os tipos de perdas no serviço de revestimento que geram atraso e custos em uma obra pública.
- Verificar se há relação dos tipos de perdas identificados no serviço de revestimento com os motivos de atraso.
- Levantar exemplos de retrabalho e de trabalho inacabado em serviços de revestimento cerâmico.



## 3 Revisão Bibliográfica

### 3.1 Sistema Toyota de Produção – STP

#### 3.1.1 Histórico e características

A Segunda Guerra Mundial, conflito militar que ocorreu entre 1939 e 1945, envolveu grandes potências. O cenário instaurado com o seu término, para o Japão, foi de instabilidade. Este cenário atingiu, conseqüentemente, a Toyota Motor Company, indústria automobilística que, durante a guerra, foi forçada a direcionar sua produção às necessidades bélicas (WOMACK; JONES; ROOS, 1992; OHNO, 1997).

A crise pós-guerra tirou o poder de compra dos consumidores, além de reduzir recursos e tornar o capital escasso, impulsionando, assim, a necessidade de uma produção que aumentasse o giro de capital (ASSIS, 2010). A produção em massa, copiada dos Estados Unidos, tinha como característica alta produção com conseqüente estoque volumoso. Esse tipo de produção, entretanto, segundo Womack, Jones e Roos (1992), era vista de maneira negativa pelos dirigentes da Toyota devido às condições do ambiente pós-guerra sendo necessário adotar um sistema em que se reduzisse custos.

O Sistema Toyota de Produção (STP) surge, então, objetivando eliminar perdas através da adequação do processo produtivo, aumentar a variabilidade de modelos, que era restringida pela produção em massa, e reduzir a quantidade de material estocados. A visibilidade só foi obtida com a crise do petróleo, em 1973, quando, apesar da queda da economia japonesa, a Toyota Motor Company apresentava ganhos maiores comparando a outras empresas (OHNO, 1997; CRUZ, 2017).

A fundamentação desse sistema exige a compreensão do conceito de processo produtivo. Shingo (1996) afirma que o processo convencional é composto por uma rede de processos e operações, sendo a primeira para processos em grandes unidades e a segunda em pequenas unidades. Confrontando essa ideia, o mesmo autor estabelece uma nova visão da produção, na qual as transformações dos materiais no produto final são denominadas processos, compondo o fluxo do produto ao englobar todo fluxo de materiais no tempo e no espaço. Já a operação seria o trabalho para efetivar o processo, concluindo, ainda, que para eliminar as perdas deve-se melhorar primeiro os processos.

Também quanto à fundamentação, os dois pilares necessários para existência do sistema, e conseqüentemente eliminação total das perdas, são o *Just-in-Time* (JIT) e a autonomia. O primeiro determina, em um processo de fluxo, que as partes necessárias estejam presentes na linha de montagem no momento certo e na quantidade necessária. Um subsistema do JIT é o

sistema Kanban que serve para controlar estoques em processo, na produção, no suprimento de componentes e, ainda, com as matérias-primas (OHNO, 1997; ASSIS, 2010).

O segundo, por sua vez, permite ao operador ou à máquina que o processo seja interrompido caso algum problema seja detectado. A ideia é de impedir a geração e propagação de defeitos, eliminando anormalidades presentes no processamento e no fluxo de produção (GHINATO, 1995).

Além disso, outra característica importante do STP é o Controle da Qualidade Total (TQC), definido como um método que identifica e elimina os defeitos através da identificação e controle das causas, tendo em sua sustentação a utilização de inspeção na fonte, a utilização de inspeção 100%, a redução do tempo entre a identificação do erro e sua correção e reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis. A atuação, portanto, acontece de forma preventiva e serve como base operacional para a prática da autonomia (GHINATO, 1995).

O princípio do não-custo, fundamentado no controle da produção, modifica a visão básica do custo em que o preço de venda é definido através da Equação 1:

$$\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de Venda} \quad (1)$$

O novo conceito afirma que o preço de venda é determinado pelo consumidor, sendo o lucro o que resta da subtração entre o preço de venda e o custo, como mostra a Equação 2:

$$\text{Preço de Venda} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (2)$$

Dessa forma, Shingo (1996) afirma que ainda que as empresas operem para reduzir os custos, caso elas continuem adicionando lucros ao custo para determinar preço, o resultado não será eficaz. Concluindo, ainda que, para aumentar o lucro deve-se reduzir os custos.

O caminho para reduzir custos eliminando perdas, proposto pelo STP, torna necessária uma análise de todo o processo. Nessa análise são identificadas também as operações que não agregam valor (GHINATO, 1995). Essas operações são associadas a tipos de perdas.

### 3.1.2 Tipos de perdas

Como citado anteriormente, a única maneira de aumentar o lucro é reduzindo os custos, e para que este seja reduzido é necessário eliminar as perdas. O processo de produção, por sua vez, composto por fluxos de materiais e informações, tem suas atividades divididas em: atividades de conversão e atividades de fluxo. As de conversão tratam da transformação do material no produto acabado, sendo estas, portanto, as que agregam valor ao produto. Já as atividades de fluxo estão relacionadas à inspeção, espera e movimento dos materiais, sendo estas as que não agregam valor ao produto (FORMOSO et al., 1996).

A classificação das perdas foi elaborada por Ohno (1997) trazendo sete diferentes tipos, sendo eles perdas por: superprodução, transporte, excesso de processamento, fabricação de produtos defeituosos, movimentação, espera e estoque.

(a) Perda por superprodução: ocorre devido à produção em quantidade acima do que seria necessário para execução, ou quando produzida antecipadamente e, conseqüentemente, gerando estoque até que sejam utilizados (FORMOSO et al., 1996; SOMMER, 2010);

(b) Perda por transporte: manuseio desnecessário ou inadequado de materiais devido a uma programação mal elaborada ou *layout* ineficiente (FORMOSO et al., 1996);

(c) Perda no processamento: atividades realizadas sem necessidade que podem ser retiradas do processo sem perda das características do produto (FIREMAN, 2012);

(d) Perda por fabricação de produtos defeituosos: o produto final fabricado não atende a qualidade exigida (FORMOSO et al., 1996). Segundo Sommer (2010), é o tipo mais comum e visível, pois se materializa no objeto produzido além de exigir retrabalho ou refugo do produto;

(e) Perda por movimentação: movimentos desnecessários realizados pelos funcionários durante a execução processo, podendo estar relacionada à elaboração ineficiente do *layout* (FIREMAN, 2012);

(f) Perda por estoque: presença de estoques em excesso relacionados à programação inadequada ou erros em orçamentos, implicando na falta de espaço (FORMOSO et al., 1996);

(g) Perda por espera: resultante do elevado tempo de *setup*, da falta de sincronia e balanceamento do processo produtivo, da quebra de máquinas, do atraso na entrega de materiais, e outros (SHINGO, 1996).

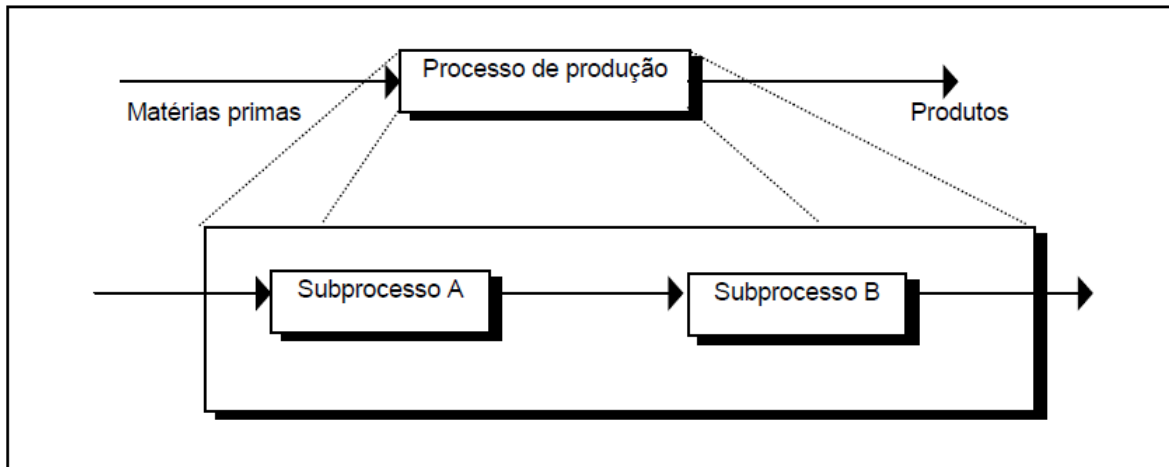
## 3.2 Construção Enxuta

### 3.2.1 Modelo de Conversão

O Sistema Toyota de Produção, que visa eliminação dos estoques e das perdas, despertou curiosidade em todo mundo e foi aplicado e adaptado para diversas indústrias, originando o que hoje é chamado de Produção Enxuta (CRUZ, 2017). A nova filosofia de produção é caracterizada pela adoção do termo “enxuto”, que quando comparada à produção em massa, necessita de menos esforço de trabalho, espaço, estoque e tempo, reduzindo os defeitos e aumentando a produção (PICCHI, 2001).

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura) ou final (edificação). Por esta razão, o mesmo é também denominado de modelo de conversão. A Figura 1 representa esse modelo de conversão apresentado por Koskela (1992).

Figura 1 – Modelo de Processo na Filosofia Tradicional.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Conforme Koskela (1992), o processo de conversão utiliza-se de outros recursos na sua aplicação. São eles: subdivisão do processo em subprocessos, redução do custo total ao reduzir os custos dos subprocessos e a associação do valor de saída aos custos de entrada.

O modelo de processo de conversão tradicional é criticado pelo ponto de vista de dois conceitos já vistos: JIT e TQC. O primeiro aponta que a concentração está nas conversões e desconsidera os fluxos físicos (movimento, espera e inspeção). Dessa forma, esse modelo abre duas interpretações: as atividades de fluxo são desconsideradas do processo ou são consideradas como atividades de conversão (KOSKELA, 1992).

Já o segundo, aponta para a variação da saída de cada conversão. Esse modelo não considera como um problema do processo produtivo o não atendimento às especificações, o que gera retrabalho, além de objetivar tornar as conversões mais eficientes sem considerar as exigências do cliente (KOSKELA, 1992).

Na construção civil, um exemplo é o processo de assentamento cerâmico. É possível concluir que, apesar de o procedimento ser um só, a saída apresenta variabilidades que fogem às especificações e gera retrabalho.

A Construção Enxuta (CE), como ficou conhecida a nova filosofia para construção, considera, além das atividades de conversão, as atividades de fluxo na análise de custos e processos (KOSKELA, 1992). Essa nova filosofia direciona suas ações a enxugar as atividades que não agregam valor e resultam em perdas (COELHO, 2009).

A Figura 2 exemplifica a produção como sistema de fluxos, segundo Koskela (1992), no qual estes são formados pelas seguintes atividades: processamento, inspeção, transporte, movimentação e espera. A única das atividades citadas que agrega valor é o processamento, exceto quando o produto não atende às especificações e é necessário refazê-lo (ISATTO et al., 2000).

Figura 2 – Modelo de Processo da Construção Enxuta.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Os processos de fluxo são caracterizados por tempo, custo e valor. Este introduz ao novo modelo, a relação direta entre o valor do produto e a satisfação do cliente. A execução de um processo, agora, precisa atender às necessidades requeridas pelo cliente. Todas as atividades realizadas em um processo interferem nos custos e consomem tempo, mas somente as atividades de conversão agregam valor ao produto (KOSKELA, 1992).

Neste contexto, a realidade orçamentária de uma obra pública se contrapõe ao que é proposto pelo autor, pois os preços não consideram o valor e a influência do tempo. Logo, o custo não representa as características de cada obra. Essa realidade será apresentada no tópico que trata sobre obras públicas.

Dessa forma, a construção enxuta considera a constituição do processo produtivo como uma sequência de conversões em que devem ser considerados os fluxos presentes entre elas (COELHO, 2009). Para isso, Koskela (1992) propõe alguns princípios que irão complementar a fundamentação dessa nova filosofia, os quais serão tratados no próximo subcapítulo.

### 3.2.2 Princípios da Construção Enxuta

Alguns princípios foram definidos para que se pudesse atingir os objetivos da nova filosofia, melhorando a eficiência das atividades de conversão e reduzindo as atividades de fluxo. Sendo eles, propostos por Koskela (1992):

#### 1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

As atividades que agregam valor ao produto são denominadas atividades de conversão. Já as que não agregam são as atividades como espera e transporte, por exemplo, e tem como três principais causas: natureza, controle e modo do sistema de produção (KOSKELA, 2000).

Deve-se, ainda, considerar que algumas atividades, que não agregam valor para o cliente externo, podem agregar valor para o cliente interno como, por exemplo, planejamento e prevenção de acidentes. Essas atividades, por sua vez, interferem no processo, evitando problemas

que comprometam a segurança do trabalhador e defeitos e, por isso, não devem ser eliminadas (KOSKELA, 1992).

## 2. Aumentar o valor do produto através da análise dos requisitos do cliente

Na produção convencional, o cliente, na maioria das vezes, não é considerado ou, ainda, não é conhecido. Dessa forma, o melhoramento dos subprocessos não leva em consideração o objetivo do cliente. Segundo Koskela (1992), diferente da visão tradicional, deve-se otimizar o fluxo considerando as necessidades dos clientes tanto internos como externos.

Para Formoso (2002), um processo é capaz de gerar valor somente quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos. Este princípio estabelece que as necessidades dos clientes devem ser identificadas e consideradas no projeto do produto e na gestão da produção.

## 3. Reduzir a variabilidade

Ao analisar um mesmo produto, os recursos necessários para produção variam. Acreditando nisso, Koskela (1992) cita dois motivos para a redução da variabilidade contribuir com a nova filosofia. O primeiro é que, para o cliente, um produto uniforme é melhor. Já o segundo propõe que a variabilidade implica no aumento de atividades que não agregam valor. Desse modo, reduzir a variabilidade recai sobre atingir o cliente e reduzir processos que não aumentam o valor do produto.

Além disso, reduzir a variabilidade não impede a modificação das características do produto, mas sim a padronização do processo produtivo, o que reduz as chances de erro, além de mão de obra mais homogênea e condições estáveis de trabalho (BURGOS; FALCÃO, 2015).

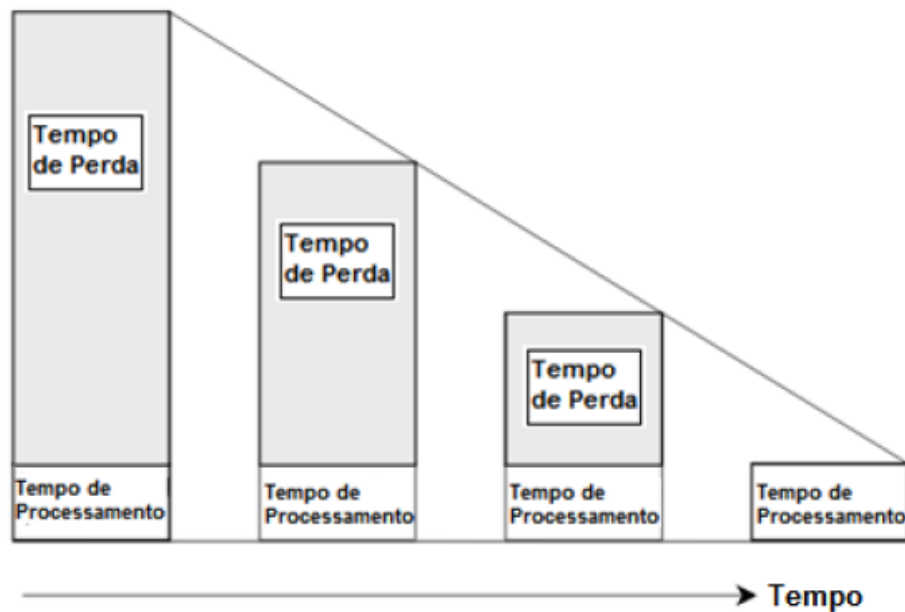
## 4. Reduzir o tempo de ciclo

O tempo de ciclo é definido por Koskela (1992) como a soma dos tempos para produção de um produto: processamento, inspeção, espera e movimentação. A ideia de reduzir esse tempo está relacionada com a filosofia do JIT, uma vez que visa reduzir o tempo disponível forçando, assim, a eliminação das atividades de fluxo (FORMOSO, 2002).

Com a redução do tempo de ciclo, reduz-se também o tempo da identificação e, consequentemente, da solução de falhas que existam no processo produtivo. A falta de comunicação entre as partes envolvidas no processo é uma das principais causas para que o tempo de ciclo chegue a valores elevados (KOSKELA, 1992).

A Figura 3 mostra que, com a redução do tempo de ciclo, diminui-se o tempo de perda, além de se manter o tempo de processamento constante. Sendo assim, tornam-se as atividades mais eficientes e reduzem-se as atividades de fluxos que não agregam valor (CRUZ, 2017).

Figura 3 – Compressão progressiva do tempo de ciclo.



Fonte: Adaptado de Berliner e Brimson (1988) apud Koskela (2000)

Outras vantagens dessa redução são apontadas por Formoso (2002): a entrega mais rápida ao cliente, a gestão dos processos torna-se mais fácil, o efeito de aprendizagem tende a aumentar, a estimativa de futuras demandas é mais precisa e o sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda.

#### 5. Simplificar através da minimização do número de passos, partes e ligações

A busca pela simplificação dos componentes de um processo está apoiada na ideia de que quanto maior o número de passos, maior o número de atividades que não agregam valor, pois cada passo a mais carrega tarefas auxiliares de preparação e conclusão. Além disso, na presença de variabilidade, a chance de interferência entre as equipes também aumenta (FORMOSO, 2002).

Koskela (2000) afirma que sistemas complexos são menos confiáveis e que a capacidade humana para lidar com os mesmos é limitada. A partir disso, Cruz (2017) conclui que a busca pela simplificação é algo positivo no ponto de vista da produção. Essa simplificação pode ser vista como a redução do número de componentes de um produto ou a redução do número de etapas e ligações em um fluxo de material ou informações (KOSKELA, 2000).

#### 6. Aumentar a flexibilidade de saída

Aumentar a flexibilidade de saída é permitir mudança das características dos produtos entregues aos clientes de forma que não aumente os custos. Dessa forma, esse aumento está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor (FORMOSO, 2002).

De acordo com Koskela (2000), o aumento da flexibilidade de saída parece ser contra-

ditório ao princípio anterior, mas, na verdade, ambos podem ser realizados ao mesmo tempo. Exemplos de como aumentar a flexibilidade são: diminuição do tamanho do lote para se aproximar da demanda e força de trabalho polivalente.

#### 7. Aumentar a transparência do processo

O aumento da transparência resulta em: aumento da facilidade de identificação dos erros no sistema de produção e aumento da disponibilidade de informações. Além disso, ainda envolve a participação da mão de obra para desenvolvimento de melhorias (FORMOSO, 2002).

O objetivo deste princípio é, portanto, entender a atividade que cada funcionário está desenvolvendo, descrever as mesmas em manuais e identificar os materiais, ferramentas, estoques e trabalhadores (HEINECK et al., 2009).

#### 8. Focar o controle no processo global

Shingo (1996) afirma que primeiro devem ser introduzidas melhorias nos processos e, posteriormente, melhorias nas operações. Dessa forma, o risco de subotimizar uma atividade dentro de um processo que causa pouco impacto no desempenho global é menor.

Para aplicar este princípio é necessário mudar a postura dos participantes da produção para que os mesmos ampliem o entendimento das operações para o do processo como um todo (ISATTO et al., 2000).

É possível visualizar a importância desse princípio ao analisar o processo de assentamento cerâmico. A qualidade final desse processo depende, além da operação, dos serviços anteriores que foram executados, como o reboco. Quando se investe só na melhoria desse serviço, a redução no custo tem impacto pouco significativo. Quando se foca apenas na operação do assentamento, é possível que haja perda por excesso de processamento. Dessa maneira, para que não haja impacto negativo de subotimização, é necessário focar no processo global.

#### 9. Buscar a melhoria contínua no processo

A busca da melhoria contínua no processo objetiva reduzir perdas e aumentar o valor do produto. Para isso, existem alguns métodos de aplicação, como: controle da melhoria, estabelecimento de metas, direcionamento das responsabilidades de melhorias, eliminação de problemas de origem e aprimoramento de procedimentos (KOSKELA, 1992).

Para Heineck et al. (2009), praticar o *kaizen* quer dizer buscar a melhoria contínua de forma perene, ao longo do tempo sem que haja uma meta fixa a se atingir. Desse modo, os autores concluíram que o processo de melhoria não deve ter fim.

#### 10. Balancear melhoria do fluxo com melhoria da conversão


A melhoria de fluxo em um processo produtivo é maior quanto maior a sua complexidade e quanto mais perdas existirem referentes a esse processo, tornando-o mais rentável. À vista disso, tanto a conversão quanto o fluxo devem ser abordadas para melhorar as atividades

produtivas, segundo Koskela (1992).

### 11. *Benchmarking*

Segundo Isatto et al. (2000), *Benchmarking* é um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, que são conhecidas como líderes em determinados setores ou aspectos específicos da produção.

Os passos que compõem esse princípio são: conhecer o processo e os concorrentes, copiar e modificar ou incorporar melhores práticas. Além disso, deve-se obter superioridade ao combinar os pontos fortes da empresa com as melhores práticas externas (CAMP, 1989 apud KOSKELA, 1992).

Além dos princípios, Koskela (2000) apresenta um modelo de produção no qual há três conceitos sobre produção. Estes quando aplicados juntos são capazes de melhorar o sistema produtivo de forma efetiva (SANTOS, 1999). Esse modelo, conhecido como Modelo de Transformação Fluxo-Valor  é apresentado a seguir.

### 3.2.3 Modelo de Transformação Fluxo-Valor (TFV)

Ampliando os fundamentos da construção enxuta, Koskela (2000) define o seguinte modelo de produção como a teoria de transformação-fluxo-valor. O mesmo autor apresenta três conceitos de produção: transformação (T), fluxo (F) e valor (V).

O primeiro conceito relaciona a produção como um sistema de transformação de uma entrada em uma saída, podendo, ainda, ser decomposto em subprocessos. O objetivo é reduzir o custo dos subprocessos e aumentar a funcionalidade das tarefas. O segundo, considerando a produção como fluxo, acrescenta ao processo de conversão: a espera, a inspeção e a movimentação. Para esse, o objetivo é reduzir essas atividades complementares do fluxo de produção (KOSKELA, 2000).

O terceiro e último conceito é o de valor. A produção é direcionada a um cliente e, portanto, deve ser feita de modo a satisfazer à necessidade do mesmo. Dessa forma, o objetivo é definir as necessidades e considerá-las em projeto, assim como é definido pelo movimento de qualidade (KOSKELA, 2000).

Os três conceitos citados acima são complementares, interagem entre si e influenciam uns aos outros. O conceito T agrega valor, o F não agrega e o V diz respeito ao controle de produção pela necessidade dos clientes (KOSKELA, 2000). O quadro 3.1 mostra essa relação.

Na construção, por sua vez, as características dos fluxos são influenciadas por três peculiaridades: natureza única de projeto, produção local e organização temporária. Estas devem ser analisadas de forma a entender o que essas peculiaridades causam e possíveis soluções para esse impacto (KOSKELA, 2000).

Quadro 3.1: Interação entre fenômenos cobertos por diferentes conceitos de produção.

	Impacto em T	Impacto em F	Impacto em V
Impacto de T em outro conceito		Tecnologia de transformação mais cara irá prover menor variabilidade.	Entradas mais caras contribuem para uma melhor produção.
Impacto de F em outro conceito	Fluxos com menor variabilidade requerem menos capacidade.		Sistema de produção mais flexível permite a satisfação de mais modelos de demanda variável. Sistema de produção com menos variabilidade interna é capaz de produzir produtos de alta qualidade.
Impacto de V em outro conceito	Mais padrões de demanda variável impedem benefícios de escala e alta utilização.	Boas relações entre cliente interno e fornecedores contribuem para redução de perdas.	

Fonte: Adaptado de KOSKELA (2000)

Assim, as condições prévias para realização de uma tarefa são sete, no mínimo, que unidas geram uma sequência executiva. Essas condições, citadas por Koskela (2000), são denominadas de sete fluxos. São estas: projeto, materiais e componentes, mão de obra, equipamentos, espaço, serviços interdependentes e condições externas.

A influência das peculiaridades da construção nos fluxos de produção e nos fluxos de recurso causa alta variabilidade e aumenta as chances de que uma entrada falte. Alguns exemplos práticos provam os problemas relacionados às condições prévias, como: início de tarefa sem todos os projetos, condições externas são fontes de variabilidade, a produtividade do trabalho manual é variável e tarefas dependentes têm seu andamento refletido nas tarefas seguintes (KOSKELA, 2000).

É sabido que a construção envolve tarefas com um elevado número de fluxos de entrada. Quando faltam insumos, as tarefas dependentes precisam ser paradas. Para que isso não ocorra é necessário que haja maior planejamento e controle da produção. Além disso, é comum que as tarefas sejam iniciadas ou continuadas mesmo que não atendam às condições prévias, sendo assim realizadas em condições subótimas, gerando o oitavo tipo de perda denominado *making-do*, que será tratado posteriormente por Koskela (2004).

### 3.2.4 *Making-do*

Na filosofia *Lean Production*, explicada anteriormente, há uma ampliação dos conceitos de perdas. Estes são definidos como o uso de recursos que não agregam valor na perspectiva do cliente (SHINGO, 1996; KOSKELA, 2000). Além das perdas citadas pelo STP, uma nova categoria é pro-

posta por Koskela (2004), denominada *making-do*, definida como uma redução no desempenho quando uma tarefa é iniciada ou continuada mesmo que os insumos necessários não estejam disponibilizados.

Ronnen (1992) aponta três problemas como causas à falta de insumos ao iniciar uma tarefa. O primeiro afirma a preferência dos gerentes em iniciar as atividades o mais rápido possível, pois os mesmos pensam que a produtividade global aumenta se todos os trabalhadores e equipamentos forem intensamente utilizados. O segundo é baseado na ideia de que o cliente espera que o quanto antes começar, mais cedo terá o produto. Por último, quando o nível de componentes do processo é grande e estes não estão nos locais adequados do nível de montagem, é complexo reuni-los no tempo certo.

Existe a relação do *making-do* com o conceito de improvisação, que segundo Cunha (2004), pode ser associado ao conceito de bricolagem, pois as pessoas inventam recursos a partir do que se tem disponível para atingir seus objetivos em situações incertas ou para redefinir objetivos. O mesmo autor completa que a improvisação pode ser utilizada nos diversos níveis (gerencial, operacional), por uma pessoa ou por um grupo de pessoas.

Ciborra (1999) aponta que a improvisação não serve unicamente quando há uma falha organizacional, mas é intrínseca ao comportamento cotidiano sendo adotada quando há uma lacuna entre procedimentos operacionais definidos e o que é considerado viável no trabalho diário.

Essa visão negativa do *making-do* como perda vai de encontro à discussão na literatura sobre o papel da improvisação na gestão das organizações como foi citado nos dois parágrafos anteriores (FORMOSO et al., 2017).

As consequências do *making-do*, apontadas por Koskela (2004), são divididas em técnica e comportamental. Estas retratam, segundo Ronnen (1992), no agir do trabalhador, reduzindo a motivação e, conseqüente redução dos esforços para a chegada dos insumos em falta. Aquelas refletem na queda da qualidade, acréscimo de retrabalho, aumento do tempo de processamento e sua variabilidade, em que esta leva ao aumento do trabalho em progresso e um maior tempo de ciclo (KOSKELA, 2004).


Koskela (2004) completa afirmando que a alta incidência do *making-do* na construção não está atrelada unicamente à falha na implantação de um sistema gerencial tradicional. O mesmo autor afirma que o uso de índice de utilização como medidas-chave de desempenho relaciona-se a atividades que agregam valor, quando, muitas vezes, trabalhadores e equipamentos estão realizando atividades que não agregam e estas são negligenciadas.

O planejamento de produção empurrado é muito adotado na construção, no qual são produzidos planos muito detalhados a longo prazo, baseando-se nas previsões de taxa de produtividade e datas de entrega de recursos. Entretanto, ao considerar o alto índice de variabilidade na execução das tarefas e nos fluxos a montante, esse tipo de produção é inviável para a cons-

trução (KOSKELA, 2004).

Já o controle é feito a partir da saída em que esta é medida a partir de um desempenho padrão que considera o tempo, o custo e o espaço, impulsionando, dessa forma, para que as tarefas sejam iniciadas mesmo que os recursos necessários não estejam disponíveis (KOSKELA, 2004).

Sukster (2005) aponta em seu trabalho que a utilização do planejamento e controle na obra foram importantes para evitar problemas na execução, como falta de materiais e equipamentos e a interdependência entre as tarefas. Além disso, o mesmo autor aponta que o plano de curto prazo auxilia na organização das tarefas e aumenta o compromisso com a realização das mesmas, garantindo, assim, a terminalidade.

A terminalidade, por sua vez, consiste na finalização dos processos e operações sem que haja a necessidade de retrabalhos ou arremates, exigindo, desse modo, visitas posteriores ao local (ALVES, 2000). Já a falta de terminalidade e os retrabalhos são provenientes de serviços inconclusos ou concluídos sem qualidade e constituem o trabalho inacabado (SANTOS; SANTOS, 2017). Fireman, Formoso e Isatto (2013)  explorar essa categoria de perda adicional, concluem que, além de aumentar o tempo para execução, a mesma contribui para a ocorrência do *making-do*. Como essa nova perda se apresenta e sua interferência no prazo, será tratado no subcapítulo seguinte.

### 3.2.5 Trabalho Inacabado

Antes de apresentar o trabalho inacabado é necessário esclarecer o conceito de pacote de trabalho. Este é definido como uma ação, um elemento, um local e um lote, por exemplo, “elevantar a alvenaria da cozinha do 7º pavimento” (FIREMAN, 2012). O mesmo autor o divide em formal e informal. O primeiro se refere ao pacote que é planejado na reunião semanal e é executado na semana. Já o segundo, não foi definido na reunião semanal, mas foi executado durante a semana.

O trabalho inacabado se revela em pacotes de trabalhos informais. Fireman (2012) separou esses pacotes em três categorias:

- Falta de terminalidade - representa que uma tarefa considerada concluída na semana anterior podia ainda não estar finalizada. Essa tarefa poderia estar associada a alguns elementos não executados ou mesmo pequenos arremates.
- Novo - refere-se à antecipação de uma tarefa determinada para semana seguinte ou que foi planejada, mas não segue a sequência prevista;
- Retrabalho - atividades relacionadas à correção de pacotes executados que não atenderam às especificações.

Como citado anteriormente, as categorias falta de terminalidade e retrabalho são provenientes de serviços inacabados ou concluídos com má qualidade e constituem o trabalho inacabado na produção (SANTOS; SANTOS, 2017). Segundo Fireman, Formoso e Isatto (2013), ambos trazem consequências semelhantes no processo de construção: trabalho informal, aumento do trabalho em andamento, aumento de atividades que não agregam valor. Como esses pacotes não são formalmente planejados, os mesmos tendem a causar o *making-do*.

Dessa forma, pode-se concluir que o trabalho inacabado reflete nos custos de uma obra por ter como consequência o aumento das atividades que não agregam valor. Além disso, é possível que com o aumento do trabalho em andamento haja impacto também no tempo de execução e, conseqüentemente, no prazo. Segundo Santos e Santos (2017), o retrabalho constitui o trabalho inacabado e aquele terá suas definições e apresentação na construção civil explicados no subcapítulo seguinte.

### 3.2.6 Retrabalho

Dentre as diversas definições citadas na literatura, o retrabalho é definido como o processo realizado visando a conclusão ou correção de um item para que o mesmo possa atingir os requisitos originais de conformidade (ASHFORD, 1992 apud LEÃO, 2014). Há, também, o posicionamento de Love e Li (2000) que afirmam que retrabalho é o esforço desnecessário para refazer atividades e processos que foram realizados incorretamente.

Encontra-se, também, na literatura, que o retrabalho inclui o conceito de reparo (FIREMAN, 2012). Reparo é o processo de restaurar uma característica de uma condição não conforme a uma condição aceitável ainda que essa não atenda ao requisito determinado inicialmente (ASHFORD, 1992 apud LEÃO, 2014). Love e Smith (2003) defendem que o retrabalho leva a conformidade, então apenas quando o reparo levar o produto aos requisitos do cliente pode ser incluído no conceito de retrabalho.

Love (2002) afirma que existem interpretações que associam o retrabalho ao desvio de qualidade, a não conformidades e, ainda, a defeitos. Burati, Farrington e Ledbetter (1992) classificam as origens do retrabalho em cinco categorias: projeto, construção, fabricação, transporte e operabilidade. Além disso, as categorias estão subdivididas pelo tipo de desvio ocorrido em: alterações, erros ou omissões.

Baseando-se no trabalho de Burati, Farrington e Ledbetter (1992), Love e Li (2000) propõem a divisão de categorias em: mudança de projeto, erros de projeto, omissão de projeto, mudanças na construção seja para melhorar o método construtivo ou devido às condições de canteiro ou, ainda, alterações do cliente, erros na construção, omissão de alguma atividade e danos na construção causados por subempreiteiro ou intempérie.

Na revisão sistemática realizada por Muianga, Granja e Ruiz (2015), o retrabalho é apontado como fator determinante na categoria de alteração de escopo. Além disso, o trabalho

também apresenta que o seu acontecimento interfere no custo e no prazo da obra. Fillipi e Melhado (2015) apresentam em seu estudo que o retrabalho devido a erros durante a construção aparece como causa de atrasos mais comum.

Nesse momento, após apresentar o conceito de perdas e classificá-las, acredita-se que elas não são responsáveis unicamente pelo aumento dos custos, mas também pelo comprometimento do prazo de execução. Esta consequência será apresentada no próximo subtópico apresentando seu conceito e suas causas.

### 3.2.7 Atraso

O planejamento de um projeto de construção envolve a definição de diversas premissas, estabelecendo elementos objetivos para estimativas e redes de precedência confiáveis. Quando essas premissas são conhecidas e os elementos são definidos apropriadamente, é provável que a diferença entre o planejamento e a execução da obra seja menor (FILLIPI; MELHADO, 2015).

Couto (2007) conceitua atraso de um projeto de construção como a execução tardia de um trabalho, excedendo, dessa forma, prazos previstos na programação ou distribuição das atividades ou o prazo contratual global do projeto. Alguns autores discordam ao analisar, apenas, o impacto no prazo final ou contratual (FILLIPI; MELHADO, 2015).

O atraso dentro de um canteiro pode estar relacionado a um fator ou vários relacionados entre si. Estes são os mais comuns e mais difícil de controlar, podendo ter vários responsáveis em diferentes níveis hierárquicos (REIS et al., 2016).

As causas podem ser externas ou internas. Estas são provenientes dos proprietários, projetistas, construtores/empreiteiros e consultores. Aquelas estão relacionadas ao clima, influência do governo, entre outros fatores (ALAGHBARI et al., 2007).

Os atrasos podem ser divididos em três classificações: desculpáveis, concorrentes e compensáveis. O primeiro é também conhecido como “atraso de força maior”, no qual não existe um responsável e, geralmente, é permitido por contrato que se prorogue o tempo sem custos adicionais. Já os não desculpáveis, são causados por contratados, subcontratados ou fornecedores de materiais. O proprietário, neste caso, não tem culpa e o contratante pode ter direito a uma compensação. Não resultam em dinheiro nem tempo adicional (ALAGHBARI, 2005 apud ALAGHBARI et al., 2007).

Os atrasos compensáveis, por sua vez, são, geralmente, causados pelos proprietários como, por exemplo, quando estes demoram para fornecer informações e projetos necessários. O empreiteiro, nesse caso, tem direito a tempo e dinheiro adicional. Por último, os atrasos concorrentes ocorrem quando mais de um fator de atraso ocorrem no projeto no mesmo tempo (ALAGHBARI, 2005 apud ALAGHBARI et al., 2007).

Cruz, Santos e Mendes (2018) estudaram as causas da variabilidade do tempo de execu-

ção dos processos em diferentes sistemas construtivos. Os autores encontraram como as principais causas: recebimento atrasado dos materiais, qualidade do trabalho anterior e o retrabalho.

O recebimento atrasado dos materiais está diretamente relacionado a perda por transporte e por movimentação, como exemplo, cita-se o trabalho de Cruz, Santos e Mendes (2018), que mostra que um dos fatores que possivelmente influenciou para essa causa foi a horizontalidade dos canteiros com torres espalhadas, exigindo meios mais eficientes de movimentação de materiais na horizontal e na vertical.

A qualidade do trabalho anterior, por sua vez, pode ser relacionada com a perda por produto defeituoso já que não atende às especificações e necessita de retrabalho.

### 3.3 Obra Pública

No Brasil e em outros países emergentes, as obras públicas apresentam um desempenho deficiente em relação aos aumentos de custos e prazos de entrega, quando comparado com os valores previstos (SANTOS; STARLING; ANDERY, 2015). Dentre as causas que comprometem a implantação de empreendimentos dentro do planejamento físico e financeiro, como já foi explicado anteriormente, encontram-se as perdas classificadas pelo STP, o *making-do*, além de problemas relacionados ao processo licitatório.

Considera-se obra pública toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Quando realizada pelo próprio órgão ou entidade da Administração é denominada realização direta. Já a indireta, é quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação (BRASIL, 2014).

O processo licitatório é regido pela Lei 8666/93 (BRASIL, 1993). Segundo o Art 1º, esta lei estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

É na fase interna de licitação onde ocorre a elaboração do orçamento detalhado. Este será referência para análise das propostas das empresas participantes do processo e para sua elaboração é necessário: conhecer os serviços para execução da obra de acordo com projeto e memoriais descritivos, levantar os quantitativos desses serviços, calcular os custos unitário e direto da obra e estimar despesas indiretas e remuneração da construtora (BRASIL, 2014).

O preço final estimado para uma obra é composto pelos custos diretos e pela taxa de Benefício e Despesas Indiretas (BDI), a qual engloba custos indiretos e lucro. Para que não haja remuneração reduzida da empresa contratada, nem desperdícios de recursos públicos, os custos diretos e a taxa devem ser calculados devidamente. As etapas de orçamento são: custo unitário de um serviço, custo unitário da obra e BDI (BRASIL, 2014).

O primeiro, custo unitário de um serviço, para ser determinado deve-se conhecer os

insumos necessários para a realização do serviço e os coeficientes de consumo de materiais, de produtividade da mão de obra e consumo horário dos equipamentos utilizados na sua execução. Essa composição analítica é selecionada através das especificações técnicas estabelecidas para cada serviço. Já a sua obtenção é através de sistemas de referência de preços ou em publicações técnicas (BRASIL, 2014).

A Lei 12.919 (BRASIL, 2013b), Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), determina as diretrizes para a elaboração e execução da Lei Orçamentária de 2014. Contudo, a partir de 2013 a origem dos valores ficou estabelecida pelo Decreto nº 7.983 que determina em seus artigos 3º e 4º, que os valores dos custos unitários deverão ser obtidos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi) ou do Sistema de Custos Referenciais de Obras (Sicro). O Sinapi, segundo o artigo 3º, servirá de referência para obras e serviços de engenharia, exceto os serviços de obras de infraestrutura e transporte, e os custos adotados devem ser menores ou iguais à mediana dos custos presentes no sistema de referência (BRASIL, 2014).

O art. 4º, por sua vez, determina que o Sicro servirá para as obras de infraestrutura de transportes, sendo os custos unitários adotados também menores ou iguais aos seus correspondentes no sistema de referência (BRASIL, 2014).

Em caso de inviabilidade da definição dos custos conforme os artigos citados, a estimativa de custo global poderá ser definida através da utilização de dados contidos em tabela de referência formalmente aprovada por órgãos ou entidades da administração pública federal, em publicações técnicas especializadas, em sistema específico instituído para o setor ou em pesquisa de mercado. Além disso, o mesmo decreto determina que somente em condições especiais pode-se adotar custos unitários superiores aos do sistema de referência somado a justificativa de um profissional habilitado (BRASIL, 2014).

O resultado do custo unitário direto de produção de serviço é obtido através da multiplicação dos custos dos insumos pelos coeficientes de consumo previstos na composição (BRASIL, 2014).

Quanto ao orçamento da mão de obra, deve-se inserir nos custos as leis sociais. Estas, por sua vez, devem ser calculadas em função das especificidades do local de execução de serviços. Além disso, deve-se diferenciar as taxas para empregados horistas e mensalistas (BRASIL, 2014).

O segundo, custo direto da obra, é obtido pelo somatório do produto entre quantitativo e preço unitário de cada um dos serviços necessários para a execução da obra. As duas etapas citadas do orçamento devem ter alto índice de precisão para que, assim, não se eleve o custo total, tornando-o incompatível com os praticados no mercado (BRASIL, 2014).

Por último, aplica-se sobre o custo direto total da obra a taxa de BDI. Esta contempla a remuneração da empresa construtora e suas despesas indiretas como garantia, risco e seguros,

despesas financeiras, administração central e tributos. Seu valor deve ser avaliado para cada caso específico, dado que seus componentes variam em função do local, tipo de obra e sua própria composição e para ser calculada segue a equação 3:

$$BDI = [(1 + AC + S + R + G)(1 + DF)/(1 - I)] - 1 \quad (3)$$

Sendo:

AC = taxa representativa das despesas de rateio da Administração Central;

S = taxa representativa de Seguros;

R = taxa representativa de Riscos;

G = taxa representativa de Garantias;

DF = taxa representativa das Despesas Financeiras;

L = taxa representativa da Remuneração;

I = taxa representativa da incidência de Impostos.


 Acórdão n. 2622/2013- Plenário (BRASIL, 2013a) definiu faixas aceitáveis para valores de taxas de Benefícios e Despesas Indiretas específicas para cada tipo de obra pública e para aquisição de materiais e equipamentos relevante como é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores do BDI por tipo de obra.

VALORES DO BDI POR TIPO DE OBRA			
TIPOS DE OBRA	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	20,34%	22,12%	25,00%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	19,60%	20,97%	24,23%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	20,76%	24,18%	26,44%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	24,00%	25,84%	27,86%
OBRAS PORTUARIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	22,80%	27,48%	30,95%
<b>BDI PARA ITENS DE MERO FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS</b>	<b>1º QUARTIL</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>3º QUARTIL</b>
	<b>11,10%</b>	<b>14,02%</b>	<b>16,80%</b>

Fonte: Acórdão n. 2622/2013 (BRASIL, 2011)

Analisando a elaboração de orçamentos, acredita-se que o preço final definido pode fugir da realidade devido a alguns aspectos. O primeiro deles é que, desde a etapa inicial de viabilidade e elaboração de projetos, não são levados em consideração as finalidades dos usuários, para que, assim, os mesmos possam definir o valor. De acordo com Muianga, Granja e Ruiz (2015), a falta de envolvimento do usuário final interfere no custo.

Além disso, a problemática de incompatibilidade de projetos ou quando os mesmos estão incompletos impedem o levantamento preciso, que, como citado anteriormente, é necessário para a definição do custo direto. Esse problema é apontado como uma irregularidade recorrente segundo o Manual de Obras Públicas do Tribunal de Contas. Conforme Muianga, Granja e Ruiz (2015), alteração, defeitos e omissões no projeto são problemas que refletem no custo e no prazo da obra.

É possível citar, ainda, como a elaboração do orçamento foge a realidade proposta pelo princípio do não-custo. Para obra pública, além de o preço não ser determinado pelo cliente, como sugere o princípio, ocorre a generalização e limitação dos preços unitários, que são definidos pelo Sinapi e Sicro, e das taxas de BDI que, dessa forma, não são avaliadas para a realidade de cada obra como mostra o Acórdão n. 2622/2013 (BRASIL, 2011). Essa situação se contrapõe, também, ao que é apresentado por Koskela (1992) quando caracteriza os processos de fluxo através do tempo, custo e valor.

Na fase contratual, por sua vez, o contratado deve aceitar, nas mesmas condições contratuais, os acréscimos e supressões que se fizerem necessários nas obras ou serviços até 25% do valor inicial do contrato. A exceção é para reforma de edifício ou equipamento que chega até 50% para os acréscimos e maiores do que 50% para supressões (BRASIL, 2014).

Os acréscimos e supressões poderão acarretar aumento ou diminuição do prazo de execução da obra. Acréscimos de serviços devem ser objeto de aditivos ao contrato pelos mesmos preços unitários da planilha orçamentária apresentada na licitação (BRASIL, 2014).

Os art. 62 e 63 da Lei n.º 4.320/1964, Brasil (1964), estabelecem que os pagamentos de serviços só devem ser efetuados após comprovação de efetiva entrega ou de parte como previsto em contrato. Portanto, no caso de alteração nos serviços contratados, é necessário realizar um aditivo contratual para que o pagamento seja feito ou será considerado antecipação de pagamento (BRASIL, 2014).

Quanto aos prazos de início, de conclusão e de entrega é possível prorrogá-los, segundo o parágrafo 1º do art. 57 da Lei 8.666/93 (BRASIL, 1993). Ainda que se prorrogue, deve-se manter as demais cláusulas do contrato e assegurar a manutenção de seu equilíbrio econômico-financeiro. Os casos que permitem prorrogação, segundo os incisos de I a VI desse mesmo artigo, são:

I- alteração do projeto ou especificações pela Administração;

II- superveniência de fato excepcional ou imprevisível, estranho à vontade das partes, que altere fundamentalmente as condições de execução do contrato;

III - interrupção da execução do contrato ou diminuição do ritmo de trabalho por ordem e no interesse da Administração;

IV - aumento das quantidades inicialmente previstas no contrato, nos limites permitidos

por esta Lei;

V - impedimento de execução do contrato por fato ou ato de terceiro reconhecido pela Administração em documento contemporâneo à sua ocorrência;

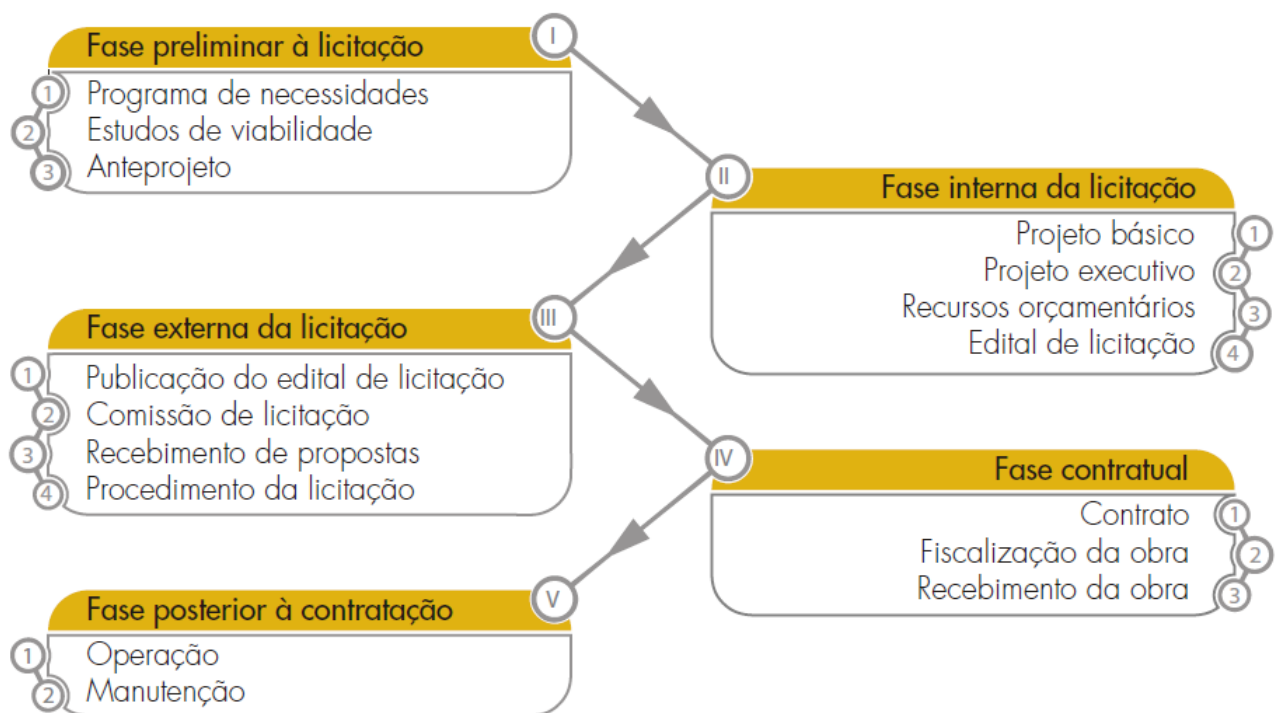
VI - omissão ou atraso de providências a cargo da Administração, inclusive quanto aos pagamentos previstos de que resulte, diretamente, impedimento ou retardamento na execução do contrato, sem prejuízo das sanções legais aplicáveis aos responsáveis.

Como os contratos são celebrados em fases iniciais do ciclo de vida dos empreendimentos, em que há grandes incertezas e precariedade de informação, é frequente a ocorrência de alterações de escopo nos empreendimentos do setor (MUIANGA; GRANJA; RUIZ, 2015).

Acredita-se, portanto, que apenas durante a fase de execução se torna possível quantificar o que será preciso aditar ou suprimir, sendo assim a previsão de 25% do valor inicial insegura para as construtoras. Além disso, devido à falta de contato inicial com os usuários, no decorrer da obra ocorrem alterações para atendê-los que também não estavam previstas, podendo aumentar os custos e o prazo.

A Figura 4 apresenta um fluxograma que resume o processo licitatório necessário para execução de uma obra de forma indireta.

Figura 4 – Fluxograma de Procedimentos.



Fonte: BRASIL (2014)



## 4 Metodologia

### 4.1 Descrição do objeto de pesquisa

O objeto de pesquisa estudado foi uma obra pública em andamento no município de Nossa Senhora do Socorro, Sergipe. A obra em análise é uma Unidade de Medida Socioeducativa de Internação Masculina e possui 06 blocos (acesso, técnico/administrativo, alojamento e saúde, auditório/centro ecumênico, refeitório/serviço, salas e oficinas), 02 residenciais de quartos individuais, 06 residenciais de quartos duplos, 01 quadra poliesportiva, 01 chalé de visita íntima e 02 guaritas elevadas. Dentre os diversos serviços em execução, foi escolhido o revestimento cerâmico interno, pois, por se tratar de um serviço de acabamento, as falhas que ocorreram no processo são mais visíveis nesse momento e refletem os erros construtivos ou de projetos de fases anteriores.

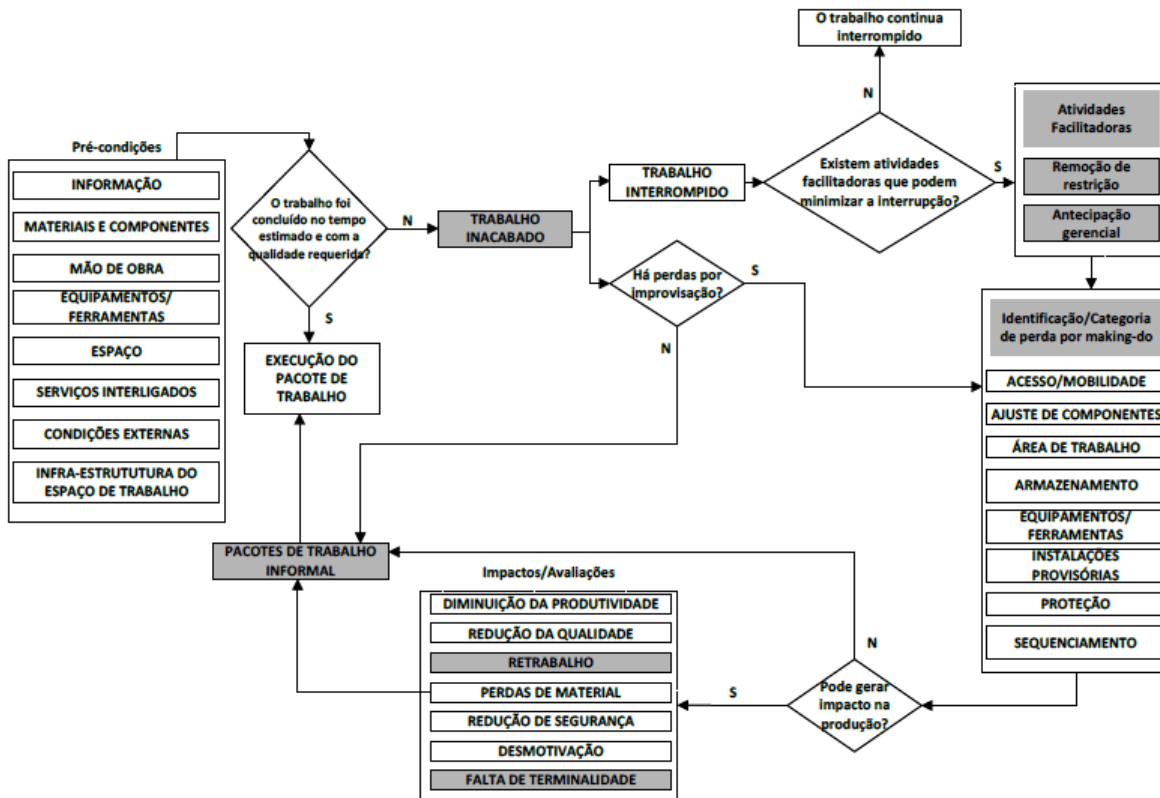
### 4.2 Descrição da pesquisa

A pesquisa ocorreu na forma de estudo de caso, adotando conceitos relacionados ao referencial bibliográfico, pesquisa bibliométrica, além de coleta de dados no canteiro de obra escolhido. Utilizou-se, também, de pesquisa documental através da planilha orçamentária, aditivo, levantamentos quantitativos, projetos e cronograma físico-financeiro. Este trabalho foi de caráter qualitativo descritivo, pois relaciona resultados práticos obtidos em campo com a teoria apresentada.

A pesquisadora estava comprometida no canteiro de obra como assistente de engenharia e, portanto, o envolvimento é do tipo pesquisa participante. O período de coletas de dados ocorreu de 06 de outubro de 2017 a 23 de dezembro de 2017.

Inicialmente, através de observação direta, fez-se uma análise das perdas existentes na execução do revestimento cerâmico interno dos Residenciais Individuais e Duplos através de registro fotográfico. Para a identificação da oitava perda, *making-do*, utilizou-se o método proposto por Sommer (2010), que recebeu incrementos por Santos e Santos (2017) para evidenciar os pacotes de trabalho informais e o trabalho inacabado como mostra a Figura 5. Após identificação das perdas, as mesmas foram classificadas de acordo com o que foi apresentado no referencial teórico. Nessa etapa, realizou-se, também, a coleta de exemplos de retrabalho de revestimento cerâmico.

Figura 5 – Método de identificação de causas de perdas por *making-do* (improvisação).



Fonte: Santos e Santos (2017)

Outro documento importante para obtenção dos resultados foi o cronograma físico-financeiro da obra, no qual foi possível identificar os prazos e os gastos previstos e verificar se houve alteração. Além disso, analisou-se a planilha orçamentária inicial e o último aditivo para comparação dos custos.

Após a coleta de dados, por meio de acompanhamento diário do processo construtivo pesquisado, procedeu-se a tabulação dos dados em planilha eletrônica, para as informações de planejamento de tempo e orçamento, variação de prazos e custos respectivamente.

Foi elaborado ainda quadro ilustrativo para correlacionar as perdas identificadas com os princípios da CE e a influência nos custos e prazo.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Perdas Identificadas

De acordo com a classificação proposta pelo STP, que define sete tipos de perdas, foi possível identificar cinco tipos que ocorreram durante a execução do revestimento cerâmico: fabricação de produtos defeituosos, estoque, transporte, espera e movimentação. Além disso, a análise da oitava perda definida por Koskela (2004) foi realizada pelo método proposto por Sommer (2010), que recebeu incrementos de Santos e Santos (2017), destacando os pacotes de trabalho informais.

A fabricação de produtos defeituosos foi visualizada a partir da falta de alinhamento das peças cerâmicas. Como é mostrado na Figura 6, o revestimento não atende à qualidade esperada e para que a mesma seja atingida, necessitará de retrabalho, uma vez que o trabalho ficou inacabado. Dessa forma, é necessário que um funcionário retorne ao local para refazer o trabalho até que se atinja a qualidade desejada.

Figura 6 – Perda por fabricação de produtos defeituosos.



Fonte: Autora (2018)

No processo de retrabalho, no qual ocorreu remoção das peças cerâmicas, foi possível observar que algumas peças foram danificadas e, por isso, não puderam ser mais utilizadas. A perda de material resultante do retrabalho refletiu no custo, uma vez que pode ser necessário solicitar outro lote do material. A mão de obra que retornou para executar o trabalho, que deveria estar realizando outro serviço, influenciou também no aumento do custo. O prazo sofreu influência, pois o tempo gasto para correção dos trabalhos não foi previsto no planejamento, além da espera do novo lote. É importante destacar que pode haver alteração na tonalidade das peças o que implicaria no não atendimento a qualidade final resultando em retrabalho.

Conhecendo os princípios da construção enxuta, é possível concluir que a melhoria contínua do processo atua de maneira positiva na correção dessa perda. Com a melhoria, é possível reduzir desperdícios como o retrabalho gerado pelo produto defeituoso citado anteriormente.

A perda por estoque ocorreu devido ao excesso de dois materiais: argamassa de assentamento e as peças cerâmicas. Para cada banheiro do alojamento, utilizaram-se três sacos de argamassa e seis caixas de cerâmica. Essa quantidade foi obtida após a realização do primeiro banheiro, podendo, dessa maneira, concluir que a quantidade em estoque era superior à necessária. O material em excesso foi armazenado para ser utilizado posteriormente podendo passar do prazo de validade e não atender às funcionalidades garantidas pelo fabricante.

A consequência dessa perda implica na ocupação de espaço desnecessário, além de comprometer o armazenamento adequado dos materiais. Este, por sua vez, pode tornar o uso do material inviável, sendo necessário fazer novos pedidos, o que resultaria no aumento do custo e no tempo de execução pela necessidade de esperar o novo lote chegar (perda por espera). As Figuras 7 e 8 retratam o estoque de argamassa e cerâmica respectivamente.

Figura 7 – Estoque de argamassa de assentamento.



Fonte: Autora (2018)

Figura 8 – Estoque de revestimento cerâmico.

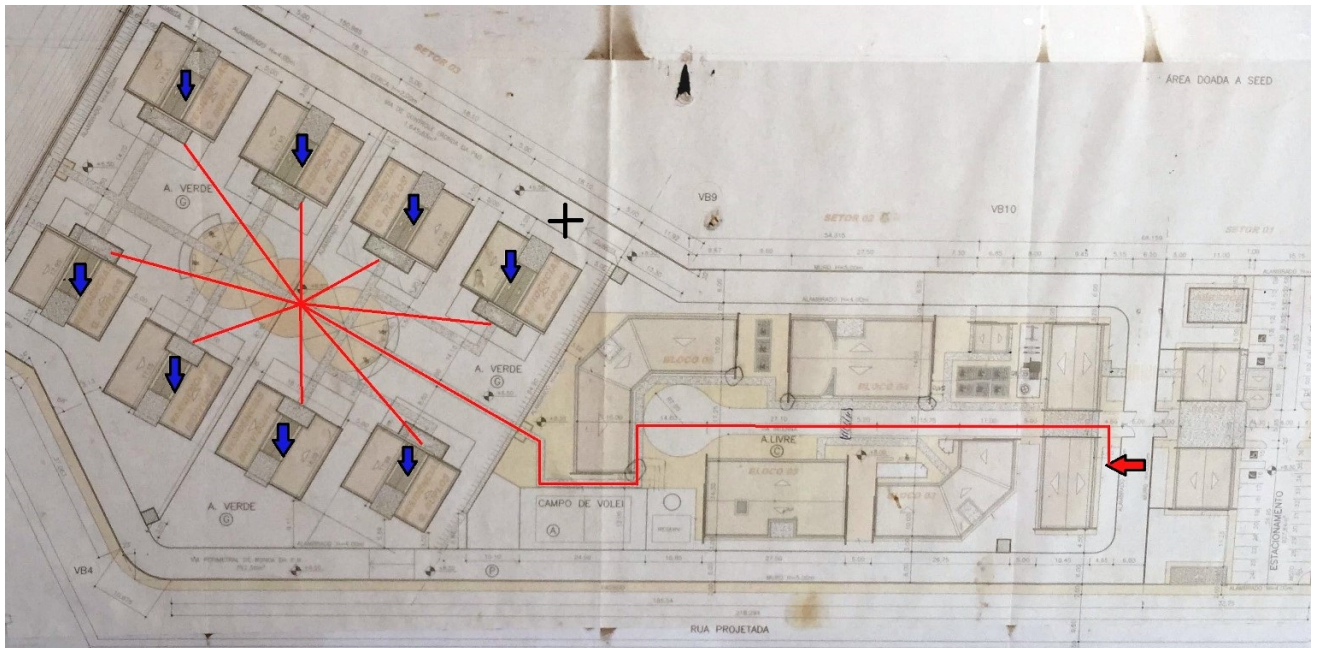


Fonte: Autora (2018)

A aplicação do princípio da construção enxuta que trata do aumento da transparência do processo levaria a redução ou eliminação dessa perda. A implantação da transparência resulta na exibição dos pontos falhos nos fluxos produtivos, além de melhorar o acesso à informação dos usuários envolvidos no processo. De maneira prática, conhecendo o processo de assentamento e com acesso aos projetos detalhados, as chances de erros nos quantitativos que resultaram em estoque em excesso não aconteceria.

Devido à ausência de um estudo para elaboração de um *layout* de canteiro eficiente, ocorreu a perda por transporte e, conseqüentemente, por movimentação. Observando a Figura 9, o ambiente marcado com uma seta vermelha é onde estão armazenados os materiais, os ambientes marcados com uma seta azul são onde os materiais serão utilizados e o caminho percorrido está marcado em vermelho. O maior problema do transporte não ocorre pela distância, mas sim pela dificuldade do acesso e pela forma como o material foi transportado.

Figura 9 – Perda por transporte.



Fonte: Autora (2018)

Como a diferença de nível entre os ambientes é grande, existe uma rampa que ainda não foi finalizada por onde o colaborador passa carregando os materiais no carrinho de mão. O problema é que ao passar pela rampa, a estabilidade dos materiais transportados fica comprometida e pode ocasionar perdas de material e, mais uma vez, resultar no aumento de custo. Ademais, o tempo gasto para percorrer do almoxarifado até o local do processamento interfere na execução do serviço, podendo gerar atrasos.

Os caminhos percorridos de maneira desnecessária, além de ser um risco de perda de material, são vistos como atividades que não agregam valor. A redução deste é um princípio da construção enxuta que resultaria na redução de atividades que consomem tempo, espaço, material e mão de obra.

Uma forma prática de reduzir o caminho percorrido, definida como atividade que não agrega valor, seria descarregar os materiais do caminhão no local marcado por um X. A partir desse ponto, os colaboradores poderiam guardar dentro de um dos alojamentos e manter trancado para garantir o controle do material. Dessa maneira, conseguiria reduzir tanto o tempo de transporte, quanto o armazenamento eficiente do material sem risco de quebra no transporte.

Além disso, com o auxílio do método proposto por Sommer (2010), foi possível identificar duas ocorrências do *making-do* que resultaram em impactos diferentes. Para o primeiro exemplo, a pré-condição inexistente pode ser visualizada analisando as Figuras 10 e 11, pois as pedras foram cortadas para que ficassem alinhadas e corrigissem a falha da laje (serviços interdependentes).

Figura 10 – Pré-condição inadequada - parte 1.



Fonte: Autora (2018)

Figura 11 – Pré-condição inadequada - parte 2.



Fonte: Autora (2018)

A perda por improvisação resulta na adequação de componentes que são os cortes necessários na peça cerâmica. Essa perda gera alguns impactos na produção, como: retrabalho,

redução da qualidade, perda de material, desmotivação e baixa produtividade. Esses impactos, vistos anteriormente, influenciam no custo e possivelmente no prazo.

Já para o segundo exemplo, a pré-condição inexistente também foi por conta de serviços interdependentes. Nesse caso, os acabamentos da esquadria ainda não tinham sido realizados quando o assentamento foi iniciado. Devido a essa condição inadequada, o processo não pode ser continuado, resultando em trabalho inacabado, como mostra a Figura 12.

Figura 12 – Trabalho inacabado.



Fonte: Autora (2018)

Esse resultado também influenciará possivelmente nos custos e tempos de execução previstos. O trabalho inacabado exige que a equipe responsável pelo acabamento retorne ao local para finalizar e, assim, libere o serviço para a equipe de assentamento. Os deslocamentos dessas equipes, atrasam os serviços que elas deveriam estar realizando, além do pagamento para ambas por mais tempo de trabalho aumentando custo.

Assim como a perda por estoque, o aumento da transparência do processo reduziria os impactos do *making-do*, uma vez que ao tornar o processo de conhecimento de todos (até dos que o executam), o mesmo não seria iniciado sem que atendesse às pré-condições exigidas. Dessa forma, além de melhorar o serviço prestado, evitaria os impactos negativos na produção.

O Quadro 5.1 resume os exemplos encontrados e os relaciona com o principal Princípio da Construção Enxuta que, quando praticados, reduziria a chance de ocorrência das perdas.

Além disso, é mostrado se a perda identificada influencia no custo (C), no prazo (P) ou nos dois.

Quadro 5.1: Perdas encontradas, sua relação com os Princípios da Construção Enxuta e sua influência no Custo (C) ou Prazo (P).

Tipo de Perda	Exemplo	Princípio Relacionado	Influência no Custo (C) ou Prazo (P)
Produto defeituoso	Desalinhamento das peças cerâmicas	Buscar a melhoria contínua no processo	(C) e (P)
Estoque	Estoque em excesso	Aumentar a transparência do processo	(C) e (P)
Espera	Espera por novos materiais	Aumentar a transparência do processo	(C) e (P)
Transporte	Tempo excessivo de deslocamento	Reduzir parcelas que não agregam valor	(C) e (P)
Movimentação	Movimentos desnecessários	Reduzir parcelas que não agregam valor	(C) e (P)
Making-do	Atividade iniciada sem atender a pré-condição (serviços interdependentes)	Aumentar a transparência do processo	(C) e (P)

Fonte: Autora (2018)

## 5.2 Análise dos prazos e custos

Utilizando como referência o cronograma físico-financeiro, a planilha orçamentária e os aditivos, foi possível comparar a previsão dos custos e do prazo com o que foi executado. A tabela 4 mostra a previsão inicial para a realização do revestimento cerâmico nos diversos blocos da obra.

Tabela 4 – Planilha Previsão Inicial - Revestimento Cerâmico (m<sup>2</sup>).

PLANILHA PREVISÃO INICIAL - REVESTIMENTO CERÂMICO																
Local	nov/16	dez/16	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	TOTAL
Bloco 1	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62								228,94
Bloco 2				183,63												183,63
Bloco 3		110,76	110,76	110,76	110,76	110,76	110,76	110,76	110,76							886,08
Bloco 4					93,18											93,18
Bloco 5					454,72	454,72										909,44
Bloco 6								118,06								118,06
Res. Individuais													15,04	15,04		30,08
Res. Duplos													30,08	30,08	30,08	90,24

Fonte: Autora (2018)

No decorrer da obra, três aditivos foram realizados nos meses de junho de 2016, fevereiro e dezembro de 2017. No aditivo do mês de junho de 2016, apesar de o revestimento ainda não está sendo executado, dois blocos foram aditados devido à alteração de projeto.

Em fevereiro de 2017, já com o serviço em andamento, o quantitativo sofreu alteração pelo mesmo motivo do mês de junho. O último, realizado no mês de dezembro, após o serviço já concluído nos blocos aditados, outra alteração de projeto aconteceu resultando em mais um acréscimo.

Como foi explicado no referencial teórico, é na fase interna da licitação que o orçamento é elaborado de forma detalhada. Essa fase exige que os levantamentos quantitativos sejam realizados de forma criteriosa, mas para que isso aconteça é necessário que os projetos estejam completos e detalhados. Na obra estudada, as alterações de projeto são resultantes de erros, falta de compatibilização e adequação às necessidades dos usuários.

Dessa forma, é possível perceber como o orçamento que deveria ser detalhado apresenta falhas que interferem na execução da obra. Os erros de projetos citados mostram erros na fase preliminar à licitação, na qual o estudo das necessidades e o anteprojeto não foram realizados de maneira correta.

A tabela 5 mostra o que aconteceu após a análise dos aditivos. Para o aditivo do mês de dezembro, depois que os blocos 5 e 6 já estavam concluídos, o retorno da **mão-de-obra** para realizar o serviço implica no aumento do prazo para conclusão dos blocos, além de divergir do que era previsto no cronograma físico-financeiro. Comparando os dados apresentados nas tabelas 4 e 5, observa-se que houve um acréscimo na previsão de custos de 8,24%.

Tabela 5 – Planilha Previsão com Aditivos - Revestimento Cerâmico (m<sup>2</sup>).

PLANILHA PREVISÃO COM TODOS OS ADITIVOS - REVESTIMENTO CERÂMICO																
Local	nov/16	dez/16	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	TOTAL
Bloco 1	30,91	30,91	30,91	45,23	45,23	45,23	45,23	45,23								318,86
Bloco 2				204,00												204,00
Bloco 3		110,76	110,76	110,76	110,76	110,76	110,76	110,76	110,76							886,08
Bloco 4					93,18											93,18
Bloco 5					454,72	454,72								78,61		988,05
Bloco 6								118,06						20,28		138,34
Res. Individuais													15,04	15,04		30,08
Res. Duplos													30,08	30,08	30,08	90,24

Fonte: Autora (2018)

Através das medições realizadas mensalmente foi possível comparar o cronograma físico-financeiro previsto com o executado. A tabela 6 resume o que foi realizado em cada mês.

Tabela 6 – Planilha da Medição - Revestimento Cerâmico (m<sup>2</sup>).

PLANILHA DA MEDIÇÃO (REAL) - REVESTIMENTO CERÂMICO																
Local	nov/16	dez/16	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	TOTAL
Bloco 1	112,00	90,00	26,00	19,26				71,61								318,87
Bloco 2				204,00												204,00
Bloco 3		226,00	26,75						633,33							886,08
Bloco 4					93,18											93,18
Bloco 5					250,00	659,44										909,44
Bloco 6								118,06								118,06

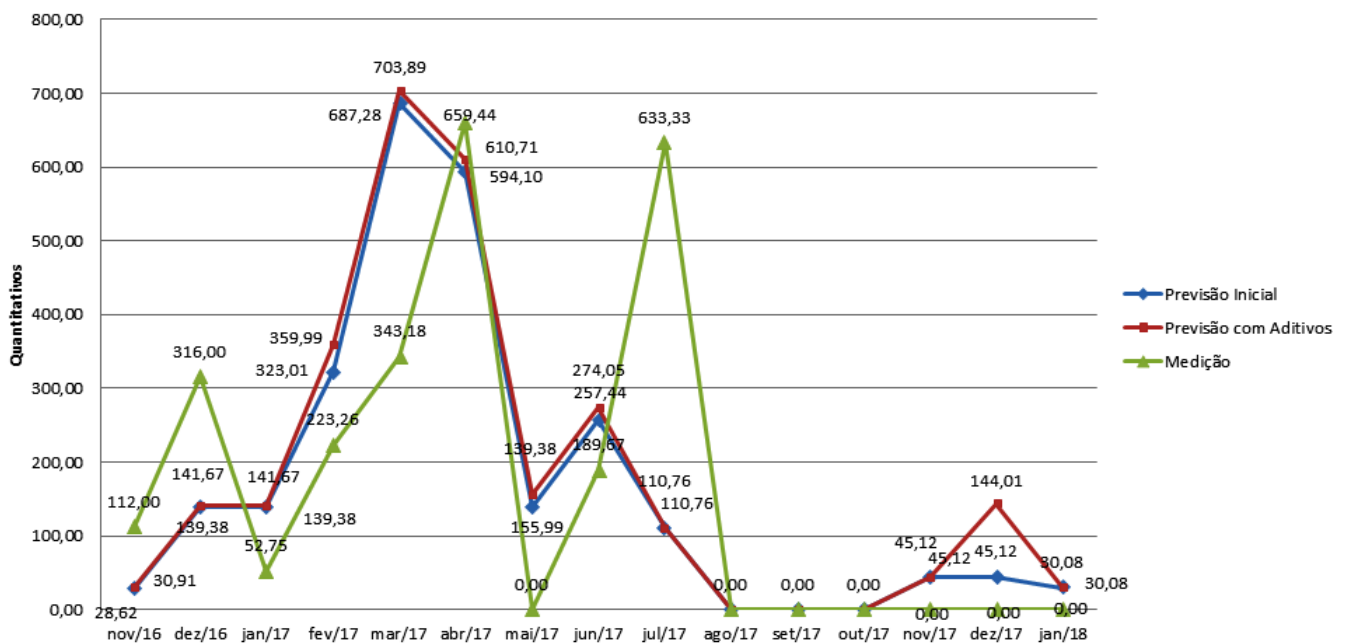
Fonte: Autora (2018)

Os blocos 1 e 3 apresentam alguns meses sem medição devido aos aditivos. Nesse período em que o serviço foi interrompido, diferente do que foi planejado, o fluxo de caixa da empresa também não correspondeu ao esperado. Além de necessitar realocar as equipes, os materiais ficaram parados correndo o risco de quebra o que implica em perda de material e aumento de custos para repor as peças danificadas. Com a adição, foi preciso também fazer novos pedidos e o tempo de espera para a chegada dos mesmos reflete no prazo de execução.

Residenciais individuais e duplos, ainda que o serviço executado esteja acompanhando a previsão inicial, os serviços não foram medidos o que implica, mais uma vez, em alterações no fluxo de caixa.

Analisando a figura 13, é possível visualizar as diferenças entre o previsto e o executado, além das falhas devido à falta de planejamento e controle na execução da obra. Nos meses de dezembro de 2016, maio de 2017, julho de 2017 e dezembro de 2017 ocorreram as maiores diferenças. Assim sendo, os picos de diferença influenciam não só no fluxo de caixa, como também dificultam o acompanhamento do serviço e a qualidade do mesmo.

Figura 13 – Histograma Simples Comparativo.



Fonte: Autora (2018)

Conforme Sukster (2005), como citado anteriormente, a utilização de planejamento e controle na obra são importantes para evitar problemas na execução, como: falta de materiais e equipamentos e a interdependência entre as tarefas. Estas, por sua vez, são as pré-condições que, quando inexistentes, podem ocasionar o *making-do*.

Para analisar os atrasos, foi necessário fazer solicitação de documento que exibisse a prorrogação, mas o mesmo não ficou pronto a tempo, o que dificultou os resultados. Além disso, as medições e aditivos não eram liberadas rapidamente, pois o processo de aprovação era

lento e ainda apresentava erros.



# Conclusão

A identificação das perdas propostas pelo STP e por Koskela (2004) ocorreu de forma satisfatória, considerando que algumas delas foram encontradas na obra pesquisada, além dos exemplos de retrabalho e trabalho inacabado. O acompanhamento do serviço permitiu a identificação das perdas e junto com os documentos consultados foi possível fazer a relação com os impactos nos custos e possivelmente no prazo da obra.

Para cada tipo de perda encontrada, foi proposto um princípio da construção enxuta que levaria a eliminação da perda, além de determinar se o impacto era no custo ou no prazo. Sugere-se que todas as perdas influenciaram no custo e causaram impactos no prazo global, mostrando mais uma vez a importância da aplicação dos princípios de CE. Sendo assim, os tipos de perdas identificadas foram produtos defeituosos, estoque, transporte, espera, movimentação e *making-do*. Por sua vez, os princípios da CE que podem ser aplicados são melhoria contínua, aumento da transparência do processo e redução das atividades que não agregam valor.

O exemplo de trabalho inacabado identificado estava relacionado com o *making-do*, quando o serviço foi iniciado sem que o anterior fosse finalizado, o que impediu a conclusão do serviço. Dessa maneira, a mão de obra precisará retornar ao local para finalizar o serviço anterior e assim liberar o término do revestimento. Pode-se concluir que o trabalho inacabado resultou em impactos no custo e no prazo, pelo prolongamento no tempo de conclusão do serviço e nos custos com a realocação da mão de obra.

O retrabalho, por sua vez, mostrou-se como uma consequência da perda por produto defeituoso. O material perdido devido à falta de atendimento a qualidade não foi previsto na planilha orçamentária, assim como os custos para a mão de obra que irá refazer o trabalho. Além de prolongar o tempo para finalização do serviço.

As alterações de projeto, que resultaram em três aditivos durante a execução da obra, mostrou como o processo licitatório apresenta falhas. Seja pela falta de compatibilização ou por ajustes para atender às necessidades do usuário, o orçamento inicial precisou ser alterado mostrando que o mesmo não é confiável como propõe o Manual de Obras Públicas do Tribunal de Contas, além de influenciar na execução dos serviços, pois é só nesse momento que os erros se tornam visíveis.

Algumas dificuldades foram encontradas durante a realização do trabalho em questão, dentre elas estão a falta de detalhamento do cronograma físico-financeiro e o tempo de aprovação dos aditivos e medições. Além disso, a falta de documentos oficiais que registrassem o prolongamento do prazo da obra.



## Referências

- ALAGHBARI, W. et al. The significant factors causing delay of building construction projects in malaysia. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 14, n. 2, p. 192–206, 2007.
- ALVES, T. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- ASSIS, V. D. **Controle de estoque com utilização do Sistema Kaban**. Dissertação (Mestrado) — Puc-Rio, 2010.
- BRASIL. Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. Estatui normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da união, dos estados, dos municípios e do distrito federal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 mar. 1964. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4320.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4320.htm)>. Acesso em: 20 out. 2017.
- BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da constituição federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 jun. 1993. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm)>. Acesso em: 22 out. 2017.
- BRASIL. **Acórdão nº2622/2013**. Plenário. Relator: Marcos Bemquerer Costa. Brasília, 2013. Diário Oficial da União, 25 de set. 2013.
- BRASIL. Lei nº 12.919, de 24 de dezembro de 2013. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração e execução da lei orçamentária de 2014 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 dez. 2013. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/112919.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112919.htm)>. Acesso em: 20 out. 2017.
- BRASIL. **Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas**. 4. ed. [S.l.], 2014.
- BURATI, J.; FARRINGTON, J.; LEDBETTER, W. Causes of quality deviations in design and construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 118, p. 34–49, 1992.
- BURGOS, A.; FALCÃO, D. Lean construction: o desafio da sua aplicação na construção civil. **LARES Latin American Real Estate Society**, p. 14, 2015.
- CIBORRA, C. Notes on improvisation and time in organizations. **Accounting, Management and Information Technologies**, v. 9, p. 77–94, 1999.
- COELHO, C. **Antecipações gerenciais para a inserção de atividades facilitadoras na execução de alvenaria de tijolos cerâmicos: análise dos relatos de agentes de processo**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Paraná, 2009.

COUTO, P. **Incumprimento dos prazos na construção**. Tese (Doutorado) — Universidade do Minho, 2007.

CRUZ, H. **Análise das causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Sergipe, 2017.

CRUZ, H.; SANTOS, D.; MENDES, L. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 51–67, 2018. ISSN 1678-8621.


CUNHA, M. **Bricolage in organizations**. [S.l.], 2004.

FILLIPI, G. D.; MELHADO, S. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região metropolitana de são paulo. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 3, p. 161–173, 2015. ISSN 1678-8621.

FIREMAN, M. **Proposta de método de controle integrado produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por making-do e retrabalho**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

FIREMAN, M.; FORMOSO, C.; ISATTO, E. Integrating production and quality control: monitoring making-do and informal work packages. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2013. Fortaleza. **Proceedings**, Fortaleza, 2013. p. 515–525.

FORMOSO, C. Lean construction: princípios básicos e exemplos. **Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras.**, v. 15, p. 50–58, 2002.

 FORMOSO, C. et al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. **Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação**, 1996.

FORMOSO, C. et al. The identification and analysis of making-do waste: insights from two brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 3, p. 183–197, 2017. ISSN 1678-8621.

GHINATO, P. Sistema toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Production**, v. 5, n. 2, 1995. ISSN 0103-6513.


HEINECK, L. et al. **Coletânea Edificar Lean: construindo com o Lean Management**. [S.l.]: Editora Expressão Gráfica, 2009.

ISATTO, E. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. [S.l.]: Sebrae/RS, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. [S.l.], 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Tese (Doutorado) — Helsinki University of Technology, 2000.

KOSKELA, L. Making-do: the eighth category of waste. **ANNUAL CONFERENCE ON THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION**, 2004.

- LEÃO, C. **Proposta de modelo de controle integrado da produção e da qualidade utilizando tecnologia de informação**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- LOVE, P. Influence of project type and procurement method on rework costs in building construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, p. 18–29, 2002.
- LOVE, P.; LI, H. Quantifying the causes and costs of rework in construction. **Construction Management and Economics**, v. 18, n. 4, p. 479–490, 2000.
- LOVE, P.; SMITH, J. Benchmarking, benchmarking, and benchmarking: rework mitigation in projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 19, n. 14, p. 147–159, 2003.
- MUIANGA, E.; GRANJA, A.; RUIZ, J. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**, v. 15par, n. 1, p. 79–97, 2015. ISSN 1678-8621.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. [S.l.]: Bookman, 1997.
- PEREIRA, E. **Fatores associados ao atraso na entrega de edifícios residenciais**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- PICCHI, F. Lean thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2001. Fortaleza. **Anais**, Fortaleza, 2001.
- REIS, C. et al. Identificação das causas de atrasos de obras: um estudo de caso na região metropolitana de belém. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2016. São Paulo. **Anais**, São Paulo, 2016.
- RONNEN, B.  The complete kit concept. **The complete kit concept**, 1992.
- SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management of constructions sites**. Tese (Doutorado) — School of Construction and Property Management The University of Salford, 1999.
- SANTOS, H.; STARLING, C.; ANDERY, P. Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e prazos em obras de edificações públicas municipais. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 4, p. 225–242, 2015. ISSN 1678-8621.
- SANTOS, P.; SANTOS, D. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 2, p. 39–52, 2017. ISSN 1678-8621.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. [S.l.]: Bookman, 1996.
- SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

**SUKSTER, R. A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

**WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. A Máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology, de cinco milhões de dólares e cinco anos de duração, sobre o futuro do automóvel.** [S.l.]: Campus, 1992.