



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,
ARQUITETURA E URBANISMO**

RENATO NUNES MARIZ

**MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TRABALHO
PADRONIZADO EM SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO**

**CAMPINAS
2012**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

Renato Nunes Mariz

**MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TRABALHO
PADRONIZADO EM SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi

Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Arquitetura e Construção.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO RENATO NUNES MARIZ E ORIENTADO PELO PROF. DR. FLÁVIO AUGUSTO PICCHI).

ASSINATURA DO ORIENTADOR

CAMPINAS
2012

Mariz, Renato Nunes
M339m Método para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção / Renato Nunes Mariz. --Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Flávio Augusto Picchi.
Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Construção enxuta. 2. Padronização. 3. Trabalho – Planejamento. I. Picchi, Flávio Augusto, 1957-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em inglês: Method for standardized work application in construction services

Palavras-chave em inglês: Lean construction, Standardization, Work Planning

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Renato Nunes Mariz, Ariovaldo Denis Granja, José Carlos Paliari

Data da defesa: 13-12-2012

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO EM
SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO**

Renato Nunes Mariz

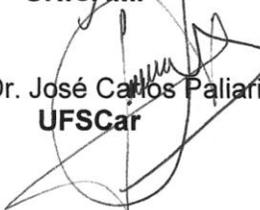
Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi
Presidente e Orientador/UNICAMP



Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
UNICAMP



Prof. Dr. José Carlos Paliari
UFSCar

Campinas, 13 de dezembro de 2012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força e sabedoria que me concedeu ao longo de toda esta jornada magnífica.

Ao Prof. Flávio Augusto Picchi, pela confiança depositada e brilhante orientação ao longo desse período. Também agradeço pela amizade e conselhos dados.

Ao Prof. Ariovaldo Denis Granja, pelas discussões e ensinamentos que me passou ao longo desses dois anos.

Aos meus pais (Ronaldo e Jaqueline) e irmãos (Adriana e Gabriel) pelo apoio sentimental e financeiro. A minha esposa, Fernanda, pelo apoio nos momentos de tristeza, saudade e ansiedade.

Aos amigos da UNICAMP: Sávio, Marcelo, Adriano, Rafael, Ricardo, Mariana, Héber e outros pelas discussões e aprendizados que tive com cada um.

Ao Prof. Carlos Torres Formoso e Prof. José Carlos Paliari, pelas contribuições significativas a este trabalho e participação no exame de qualificação e defesa da dissertação, respectivamente.

Ao Laboratório de Gerenciamento da Construção (Lagercon) pelas discussões e reuniões de alto nível.

Às empresas e profissionais que abriram as portas para que o conhecimento pudesse ser desenvolvido e difundido.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), responsável pelos recursos que propiciaram minha participação neste mestrado.

RESUMO

MARIZ, Renato Nunes. **Método para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção**. Campinas, 2012. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, 2012. 172 p.

O trabalho padronizado (TP) tem sido amplamente utilizado na manufatura. Por meio de sua aplicação, resultados significativos de produtividade e estabilização de processos têm sido alcançados. Na construção, sua aplicação é ainda embrionária, sendo observadas ações parciais, não existindo ainda conhecimento suficiente sobre as melhores práticas que tragam resultados tão significativos quanto os observados na manufatura. O objetivo desta pesquisa é propor um método para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção. A estratégia de pesquisa utilizada foi a Design Science Research (DSR). Para tanto foram realizados três estudos de caso, com o intuito de desenvolver e validar esse método, que partiu de uma base utilizada para a manufatura, adaptando-o a especificidades da construção, tendo na forma final dez etapas e uma tabela que relaciona as etapas aos documentos do trabalho padronizado utilizados, dando assim uma orientação prática que facilita a aplicação do trabalho padronizado a serviços de construção. Os resultados indicam que ao aplicar o método a produtividade dos funcionários dobrou, a satisfação melhorou e houve redução de desperdício no ambiente de trabalho. Como sugestão para trabalhos futuros, indica-se o teste prático deste método em outros serviços de construção, inclusive que utilizem maquinário, e a avaliação de outros aspectos, como: qualidade do serviço, segurança e ergonomia.

Palavras-chave: Construção enxuta, Padronização, Planejamento de trabalho.

ABSTRACT

MARIZ, Renato Nunes. **Method for standardized work application in construction services.** Master thesis – Civil Engineering Post Graduation Programme of the University of Campinas – Campinas, São Paulo, 2012. 172 p.

Standardized work has been widely used in manufacturing. Through its application, results have been achieved, such as significant productivity and process stabilization. In construction, its application is still incipient, with partial applications, and there is not yet sufficient knowledge on the best ways to apply and to produce results as important as in manufacturing. The objective of this research is to propose a method for standardized work application in construction services. The research strategy used was Design Science Research (DSR). Therefore, we performed three case studies, in order to develop and validate this method. The method started from a base used for manufacturing, adapting it to the specifics of construction, taking into final form ten steps and a table that lists the steps and relates these steps to standardized work documents, thus giving practical guidance that facilitates application standardized work construction services. The results indicate that by applying this method doubled the productivity of employees, employee satisfaction was improved and waste was reduced in the workplace. Suggestion for future studies indicates the practical test of this method in other building services, including the ones that use machinery and evaluation of other aspects, such as quality, safety and ergonomics.

Keywords: Lean construction, Standardization, Work planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Níveis de abstração da teoria do Gerenciamento da Produção	11
Figura 2.2 – Estrutura conceitual do Lean Thinking adotado neste trabalho, posicionando o trabalho padronizado e suas inter-relações	13
Figura 2.3 – Casa do Sistema Toyota de Produção	17
Figura 2.4 – Catorze princípios do Modelo Toyota	18
Figura 2.5 – Relação e propósitos dos vários tipos de padrões	19
Figura 2.6 – Folha de capacidade de produção	22
Figura 2.7 – Tabela de combinação do trabalho padronizado	23
Figura 2.8 – Diagrama de trabalho padronizado	24
Figura 2.9 – Folha de estudo de processo	25
Figura 2.10 – Gráfico de balanceamento do operador	26
Figura 2.11 – Diagrama de espaguete	26
Figura 2.12 – Fluxograma para criação e manutenção do trabalho padronizado .	32
Figura 3.1 – Estrutura geral da Design Science Research	40
Figura 3.2 – Delineamento da pesquisa	42
Figura 3.3 – Vista frontal da obra A	45
Figura 3.4 – Foto da obra B	47
Figura 3.5 – Andon obra C	50
Figura 3.6 – Quadro gerenciador de <i>Kanbans</i> da obra C	50
Figura 3.7 – Vista frontal da obra C	51
Figura 4.1 – Distribuição das atividades dentro e fora do ciclo (Caso 1)	58
Figura 4.2 – Gráfico de balanceamento do operador no turno (estado atual)	59
Figura 4.3 – Folha de estudo de processo (assentamento de porcelanato).....	62
Figura 4.4 – Gráfico de balanceamento do operador atual (ciclo).....	63
Figura 4.5 – Diagrama de espaguete do 6º pavimento observado em um cômodo	64
Figura 4.6 – <i>Layout</i> projetado para disposição do material e bancada móvel	65
Figura 4.7 – Gráfico de balanceamento do operador estado futuro (ciclo)	67
Figura 4.8 – Gráfico de balanceamento do operador no turno (estado futuro).....	68
Figura 4.9 – Diagrama de trabalho padronizado para o serviço de assentamento de porcelanato	69
Figura 4.10 – Tabela de combinação do trabalho padronizado aplicada ao serviço de assentamento de porcelanato	70
Figura 4.11 – Comparativo de produtividade entre o estado atual e o futuro	72
Figura 4.12 – Folha de estudo de processo da dosagem e transporte de concreto para estaca Franki (parte 1)	77
Figura 4.13 – Folha de estudo de processo da dosagem e transporte de concreto para estaca Franki (parte 2)	78
Figura 4.14 – Gráfico de balanceamento dos operadores (estado atual).....	79
Figura 4.15 – Folha de Capacidade de Produção (estaca Franki)	80
Figura 4.16 – Gráfico de balanceamento de máquinas (estado atual)	81

Figura 4.17 – Gráfico de balanceamento de máquinas (estado futuro).....	82
Figura 4.18 – Disposição de materiais e máquina da obra B	83
Figura 4.19 – Gráfico de balanceamento dos operadores (estado futuro)	85
Figura 4.20 – Tabela de combinação do trabalho padronizado de produção de argamassa	86
Figura 4.21 – Diagrama de trabalho padronizado para produção de argamassa..	88
Figura 4.22 – Fluxograma preliminar para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção	91
Figura 4.23 – Distribuição das atividades dentro e fora do ciclo (Caso 3).....	96
Figura 4.24 – Gráfico de balanceamento do operador no turno (estado atual) – Caso 3.....	97
Figura 4.25 – Folha de estudo de processo (ciclo de assentamento de azulejo) .	99
Figura 4.26 – Gráfico de balanceamento do operador (estado atual) – Caso 3 .	100
Figura 4.27 – Diagrama de espaguete do 22º pavimento (assentamento de azulejo).....	101
Figura 4.28 – Relatório em A3 elaborado pelos membros da reunião	104
Figura 4.29 – Distribuição das atividades dentro e fora do ciclo após implantação do TP	105
Figura 4.30 – Tabela de combinação do trabalho padronizado do assentamento de azulejo após implantação do TP	106
Figura 4.31 – Gráfico de balanceamento do operador no turno antes e após implantação do TP	107
Figura 4.32 – Diagrama de espaguete do 23º pavimento (assentamento de azulejo) após implantação do TP	108
Figura 4.33 – Funcionário utilizando o QAP	110
Figura 4.34 – Comparativo de produtividade entre antes e após a implantação do TP	112
Figura 4.35 – Fluxograma para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Definições para trabalho padronizado	9
Quadro 2.2 – Comparação entre como as montadoras americanas e a Toyota realizam suas tarefas (adaptado de Spear e Bowen, 1999)	15
Quadro 2.3 – Relação entre os documentos e elementos do trabalho padronizado (adaptado de Marksberry, Rammohan e Vu, 2011)	27
Quadro 2.4 – Tolerância para alívio da fadiga e atendimento às necessidades pessoais reportadas na literatura	34
Quadro 2.5 – Elementos, documentos e ferramentas do trabalho padronizado aplicados ao contexto da construção	37
Quadro 3.1 – Artefatos gerados pela Design Science Research	39
Quadro 3.2 – Fontes de evidências, instrumentos de coletas, dados coletados e análise dos dados	53
Quadro 4.1 – Adaptação das perguntas e passos do TP da manufatura para a construção	55
Quadro 4.2 – Trechos da folha de estudo de processo em um turno (Caso 1)	57
Quadro 4.3 – Análise descritiva das atividades realizadas fora do ciclo (Caso 1)	60-61
Quadro 4.4 – Avaliação da aplicação dos documentos do trabalho padronizado no serviço de execução de porcelanato	73
Quadro 4.5 – Avaliação da aplicação dos documentos do trabalho padronizado no serviço de execução de estaca Franki	89
Quadro 4.6 – Detalhamento das etapas de aplicação do método do TP em serviços de construção	92-93
Quadro 4.7 – Trechos da folha de estudo de processo em um turno (Caso 3)	95
Quadro 4.8 – Análise descritiva das atividades realizadas fora do ciclo (Caso 3)	98
Quadro 4.9 – Plano de Implantação	103
Quadro 4.10 – Melhorias implementadas por meio do TP	109
Quadro 4.11 – Avaliação da aplicação dos documentos do trabalho padronizado no serviço de execução de azulejo	111
Quadro 4.12 – Relações entre as etapas e documentos do TP	115-116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DSR	Design Science Research
DTP	Diagrama de Trabalho Padronizado
FCP	Folha de Capacidade de Produção
FEP	Folha de Estudo de Processo
GBM	Gráfico de Balanceamento de Máquina
GBO	Gráfico de Balanceamento do Operador
QAP	Quadro de Análise da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
TCTP	Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado
TP	Trabalho Padronizado
TWI	Training Within Industry (Treinamento dentro da Indústria)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTÓ E JUSTIFICATIVA.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.2.1	Objetivo geral.....	2
1.2.2	Objetivos específicos.....	2
1.3	ESTRUTURA GERAL.....	3
2	TRABALHO PADRONIZADO.....	5
2.1	CONTEXTO.....	5
2.1.1	Lean Thinking.....	5
2.1.2	Origens históricas do trabalho padronizado.....	6
2.2	CONCEITUAÇÃO.....	8
2.2.1	Definições sobre trabalho padronizado.....	8
2.2.2	Elementos básicos de uma teoria de produção.....	10
2.3	IMPORTÂNCIA DO TP NO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	14
2.3.1	O DNA da Toyota.....	14
2.3.2	A casa do Sistema Toyota de Produção.....	16
2.3.3	O modelo Toyota.....	17
2.4	ELEMENTOS, DOCUMENTOS E FERRAMENTAS DO TRABALHO PADRONIZADO.....	20
2.4.1	Elementos.....	20
2.4.2	Principais documentos.....	21
2.4.3	Ferramentas e documentos complementares.....	27
2.5	MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TP NA MANUFATURA.....	28
2.6	APLICAÇÕES NO SETOR DE SERVIÇOS.....	32
2.7	RELAÇÕES DO TRABALHO PADRONIZADO COM ERGONOMIA, SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO.....	33
2.8	APLICAÇÕES DO TP NO CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO.....	35
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	39
3.1	ESTRATÉGIA ADOTADA.....	39
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	42
3.2.1	Fase 1 – Consciência do Problema.....	42
3.2.2	Fase 2 – Sugestão.....	43
3.2.2.1	Empresa A – Estudo de Caso Exploratório 1.....	44
3.2.2.2	Obra A – Estudo de Caso Exploratório 1.....	44
3.2.2.3	Escopo do estudo – Estudo de Caso Exploratório 1.....	45
3.2.2.4	Empresa B – Estudo de Caso Exploratório 2.....	46
3.2.2.5	Obra B – Estudo de Caso Exploratório 2.....	47
3.2.2.6	Escopo do estudo – Estudo de Caso Exploratório 2.....	47

3.2.3	Fase 3 – Desenvolvimento	48
3.2.3.1	Empresa C – Estudo de Caso 3.....	49
3.2.3.2	Obra C – Estudo de Caso 3.....	49
3.2.3.3	Escopo do estudo – Estudo de Caso 3.....	51
3.2.4	Fase 4 – Avaliação	52
3.2.5	Fase 5 – Conclusão	52
3.3	FONTES DE EVIDÊNCIAS, INSTRUMENTOS DE COLETA, DADOS COLETADOS E ANÁLISE DOS DADOS	53
4	RESULTADOS	55
4.1	PROPOSTA DE MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO.....	55
4.2	ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO 1.....	56
4.2.1	Aplicação do método proposto em um serviço de execução de porcelanato.....	56
4.2.2	Discussão.....	70
4.2.2.1	Avaliação do ganho potencial de produtividade.....	70
4.2.2.2	Avaliação do método proposto para aplicação do trabalho padronizado no serviço de assentamento de porcelanato.....	72
4.2.3	Considerações Finais.....	74
4.3	ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO 2.....	75
4.3.1	Aplicação do método proposto em um serviço de execução de estaca Franki	75
4.3.2	Discussão.....	89
4.3.2.1	Avaliação do método proposto para aplicação do trabalho padronizado no serviço de execução de estaca Franki	89
4.3.3	Considerações Finais.....	90
4.4	MÉTODO PRELIMINAR	91
4.5	ESTUDO DE CASO 3 – IMPLANTAÇÃO	94
4.5.1	Aplicação do método proposto em um serviço de assentamento de azulejo	94
4.5.2	Avaliação do método proposto para aplicação do trabalho padronizado no serviço de assentamento de azulejo.....	110
4.5.3	Avaliação dos dados quantitativos e qualitativos	112
4.5.3.1	Avaliação da produtividade	112
4.5.3.2	Avaliação qualitativa	113
4.5.4	Considerações Finais.....	113
4.6	MÉTODO PROPOSTO.....	114
5	CONCLUSÃO.....	117
	REFERÊNCIAS.....	121

APÊNDICE A – FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO NO TURNO (COMPLETA) – ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO 1.....	129
APÊNDICE B – FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO NO TURNO (COMPLETA ANTES DO TP) – ESTUDO DE CASO 3.....	139
APÊNDICE C – FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO NO TURNO (COMPLETA APÓS A IMPLANTAÇÃO DO TP) – ESTUDO DE CASO 3.....	151

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

A indústria da construção tem sido pressionada a melhorar as práticas do gerenciamento da produção devido a alguns fatores, como baixa produtividade, alto índice de desperdício, demanda social por moradia (em países como o Brasil) e imagem negativa em comparação a outros setores industriais (SANTOS, 1999).

Uma filosofia que pode trazer contribuições nesse contexto é o *Lean Thinking*. Baseada na generalização dos preceitos do Sistema Toyota de Produção, é aplicável aos mais diversos setores industriais e de serviços. Tem como base a eliminação de desperdício ao longo do fluxo de valor, desse modo encurtando prazos (*lead times*), reduzindo custos e também aumentando a qualidade do produto (WOMACK; JONES, 1998).

O *Lean Thinking* tem sido disseminado pelas indústrias de manufatura e mais recentemente pela indústria da construção civil, na qual as oportunidades para aplicação são inúmeras (PICCHI, 2003).

Desde a proposição pioneira de Womack e Jones (1998) quanto aos 5 princípios do *Lean Thinking* (valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição), o princípio de fluxo contínuo tem tido significativa importância nessa filosofia. Para a operacionalização desse princípio, um elemento que tem sido amplamente utilizado é o trabalho padronizado (ROTHER; HARRIS, 2002).

O trabalho padronizado reduz desperdícios e estoque em processo, diminui a carga de trabalho e riscos de acidentes e aumenta a produtividade e a satisfação dos trabalhadores (KISHIDA; SILVA; GUERRA, 2006; WHITMORE, 2008).

Shook (1997) relata que o Sistema Toyota de Produção busca trabalhar com alta qualidade, baixo custo, reduzido tempo de resposta ao cliente e

flexibilidade de volume e *mix* para atender à demanda. Segundo este autor, a base para tais resultados é o trabalho padronizado.

Já no contexto da construção, as aplicações do trabalho padronizado são ainda embrionárias, possuindo poucos trabalhos, entre os quais o de Francelino et al. (2006), Saffaro (2007), Gallardo (2007), Feng e Ballard (2008) e Bulhões (2009).

Além disso, estas pesquisas possuem aplicações parciais dos elementos que constituem o trabalho padronizado, fato este relevante para caracterizá-lo. Estas pesquisas também não apresentam um método para aplicar o trabalho padronizado no contexto da construção.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Propor um método para definição e implantação do trabalho padronizado em serviços de construção.

1.2.2 Objetivos específicos

- Adaptar documentos e ferramentas do trabalho padronizado para o contexto da construção.
- Avaliar resultados gerados por este método e possíveis dificuldades para a aplicação neste contexto.

1.3 ESTRUTURA GERAL

Este trabalho está dividido em cinco capítulos:

O Capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, identificando o contexto no qual este trabalho se insere, oferece a justificativa para a escolha do tema bem como fornece os objetivos da pesquisa.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão da literatura sobre trabalho padronizado (TP), em que são apresentadas as origens históricas; a importância do TP; os elementos, documentos e ferramentas do TP; métodos para implantação do TP; relações com a ergonomia, segurança e saúde no trabalho; e aplicações do trabalho padronizado no contexto da construção.

O Capítulo 3 fornece um panorama sobre a estratégia na qual a pesquisa foi conduzida. Em seguida, é exposto o delineamento do processo de pesquisa, com a apresentação das fontes de evidências, instrumentos de coleta de dados, dados coletados e como os dados serão analisados.

O Capítulo 4 descreve os resultados obtidos em três casos exploratórios. Neste capítulo é feita também avaliação do potencial de aplicação do trabalho padronizado no contexto da construção.

No Capítulo 5 são feitas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 TRABALHO PADRONIZADO

2.1 CONTEXTO

2.1.1 Lean Thinking

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido após o período da Segunda Guerra Mundial, liderado por Taiichi Ohno. Sua disseminação para a cadeia de fornecedores ocorreu em 1960 e 1970. Fora do Japão, a aplicação do sistema começou com a criação da New United Motors Manufacturing Inc (NUMMI), uma *joint venture*¹ entre a General Motors e a Toyota, em 1984, na Califórnia (WOMACK, JONES; ROSS, 1992).

O reconhecimento do Sistema Toyota de Produção como modelo de produção se difundiu rapidamente com a publicação do livro **A Máquina que Mudou o Mundo**, em 1990, resultado de cinco anos de pesquisa liderada pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT). Esta pesquisa concluiu que o STP era mais eficaz e eficiente do que o tradicional sistema de produção em massa, representando um paradigma completamente novo. Foi cunhado, então, a expressão “produção *lean*” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

Womack e Jones (1998) abstraíram os conceitos da produção *lean* e generalizaram para os diversos ramos empresariais. Essa tentativa de generalização ficou conhecida com *Lean Thinking (Mentalidade Enxuta)*.

Estes autores estabeleceram cinco princípios para a fundamentação do *Lean Thinking*, que podem ser resumidos como segue.

¹ Significa “empreendimento em comum” e é caracterizada pelo controle em conjunto, o qual deve ser exercido em poder de igualdade pelas sociedades que a controlam (FONTES et al., 2003).

1) Definição do valor – o foco principal da mentalidade enxuta é a identificação do valor do produto que será produzido, sob o ponto de vista do cliente.

2) Fluxo do valor – refere-se a todas as etapas e processos necessários para transformar a matéria-prima em um produto acabado nas mãos do cliente. Identifica qualquer tipo de desperdício no caminho, assim como aquilo que crie ou represente valor para o cliente, ou seja, o fluxo das etapas e processos que representam valor para o cliente.

3) Fluxo contínuo – pode ser compreendido como produzir e movimentar continuamente um produto por vez ao longo de uma série de etapas de processamento, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido para a etapa seguinte.

4) Produção puxada – permite que o cliente puxe o produto da empresa em vez de empurrar os produtos (criando estoques de todos os tipos), ou seja, basear o ritmo de produção na demanda do cliente.

5) Perfeição (*Kaizen*) – está relacionada à melhoria contínua por meio do constante esforço, de todos os envolvidos no sistema, na redução de qualquer tipo de desperdício.

2.1.2 Origens históricas do trabalho padronizado

Liker (2005) relata que grande parte da padronização de tarefas atuais está baseada nos princípios de engenharia industrial promovidos primeiramente por Frederick Taylor. Com o trabalho de Taylor, no final do século XIX, surge a sistematização do conceito de produtividade, ou seja, a busca por melhores métodos de trabalho com o objetivo de melhoria de produtividade com menor custo possível (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Posteriormente Ford, baseado nos princípios da administração científica de Taylor, idealizou a linha de montagem, o que lhe permitiu a produção em série. Um dos principais aspectos para o estabelecimento da produção em série foi a padronização das tarefas (CHIAVENATO, 1983; WOMACK; JONES, 1998).

Em relação ao trabalho padronizado, a metodologia Training Within Industry (TWI)² foi ainda mais influente que Ford e Taylor (LIKER, 2005). O TWI foi iniciado em 1940 durante a Segunda Guerra Mundial com o intuito de aumentar a produção para suprir as necessidades do esforço de guerra das Forças Aliadas (HUNTZINGE, 2005). Segundo o referido autor, os “programas J” do TWI evoluíram e tiveram impacto fundamental na indústria de manufatura dos Estados Unidos durante a Guerra. Os “programas J” consistiam de:

- Instrução de Trabalho (*Job Instruction*) – o objetivo era ensinar os supervisores a desenvolver uma mão-de-obra bem treinada;
- Métodos de Trabalho (*Job Methods*) – o intuito era fornecer aos supervisores uma técnica para se conseguir melhorias na fábrica usando um método prático em vez de um método técnico;
- Relações de Trabalho (*Job Relations*) – implantadas para suprir a carência dos supervisores em lidar com questões de relações humanas com os trabalhadores, pois os líderes do programa³ sabiam que relacionamentos problemáticos geravam resultados ruins na produção e bons relacionamentos levavam a bons resultados.

O TWI foi levado para o Japão após a Segunda Guerra juntamente com os programas de qualidade, e posteriormente se disseminaram pelas indústrias

² Treinamento dentro da indústria.

³ Channing Rice Dooley, Walter Dietz, Mike Kane e William Conover (HUNTZINGE, 2005).

japonesas (HUNTZINGE, 2006). Por volta de 1995, quase 100.000 instrutores do TWI haviam sido certificados.

Algumas empresas criaram programas TWI, inclusive a Toyota, que desenvolveu o Toyota Training Within Industry (HUNTZINGE, 2005).

Huntzinge (2006) afirma que o trabalho padronizado se baseia no programa de instrução de trabalho (*Job Instruction*), originário do TWI.

Segundo Smalley (2005), o TWI é usado na Toyota desde 1950 para treinamento dos supervisores de produção.

Liker e Meier (2007) relatam que o método de treinamento usado hoje pela Toyota é uma réplica do material desenvolvido pelos Estados Unidos na década de 1940, com pequenos acréscimos.

Taiichi Ohno usou o TWI para auxiliar a superar a resistência dos trabalhadores do chão de fábrica em aplicar o trabalho padronizado (HUNTZINGE, 2006).

2.2 CONCEITUAÇÃO

2.2.1 Definições sobre trabalho padronizado

Diversos autores, como Ohno (1997), Fujimoto (1999), Spear e Bowen (1999), Cudney (2001), Lean Institute Brasil (2003), Liker (2005), Kishida, Silva e Guerra (2006), Liker e Meier (2007), Narusawa e Shook (2009), Miller, Pawloski e Standridge (2010) e Marksberry, Rammohan e Vu (2011), apresentam diferentes definições sobre o trabalho padronizado, bem como enquadram o TP de maneira diferente do ponto de vista de uma teoria.

No Quadro 2.1, apresenta-se uma comparação entre essas definições.

Quadro 2.1 – Definições para trabalho padronizado

Referência	Enquadramento do TP dentro do <i>Lean Thinking</i>	Definição
Liker e Meier (2007)	Princípio	Método de trabalho geral definido observando-se as perdas.
Liker (2005)	Princípio	-
Fujimoto (1999)	Princípio	Padronizar todas as formas de realizar atividades em todos os processos da empresa.
Spear e Bowen (1999)	Princípio	Todos os trabalhos devem ser minuciosamente especificados em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado.
Narusawa e Shook (2009)	-	Determinação de procedimentos exatos para o trabalho de cada operador, baseado em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão.
Lean Institute Brasil (2003)	-	Estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão.
Ohno (1997)	Procedimento	Definição clara e concisa do trabalho, através das folhas de trabalho padrão, baseado em três elementos: tempo de ciclo (<i>takt time</i>), sequência e inventário padrão.
Marksberry, Rammohan e Vu (2011)	Ferramenta	O trabalho padronizado não é somente uma ferramenta de documentação ou treinamento, mas sim uma ferramenta de análise de trabalho.
Miller, Pawloski e Standridge (2010)	Ferramenta	-
Kishida, Silva e Guerra (2006)	Ferramenta	O Trabalho Padronizado (TP) é uma ferramenta <i>lean</i> básica centrada no movimento e trabalho do operador e aplicada em situações de processos repetitivos, visando à eliminação de desperdícios. O TP baseia-se em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão em processo.
Cudney (2001)	Ferramenta	É uma ferramenta para determinar o máximo desempenho com o mínimo de desperdício por meio de uma melhor combinação das operações que envolvem homem e máquina. O seu principal objetivo é a melhoria nos processos.

Fonte: Próprio autor

Percebe-se, ao analisar o Quadro 2.1, que não há um consenso sobre o enquadramento do trabalho padronizado dentro do *Lean Thinking*. Já em relação à definição do TP, consegue-se perceber uma convergência, principalmente entre

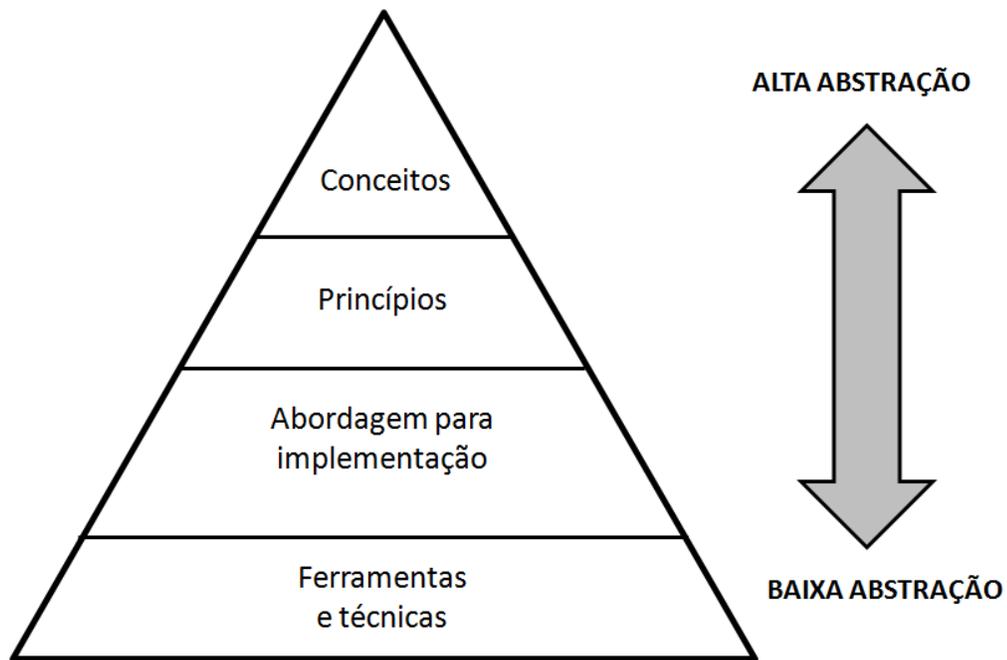
as publicações de Narusawa e Shook (2009), Kishida, Silva e Guerra (2006), Lean Institute Brasil (2003), Ohno (1997). Além disso, outros autores, como: Marksberry, Rammohan e Vu (2011), Liker (2005) e Cudney (2001) mencionam o *takt time*, sequência e estoque padrão como elementos do TP.

Neste trabalho será adotada a definição proposta pelo Lean Institute Brasil (2003): “O trabalho padronizado estabelece procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado em três elementos: *takt time*, sequência e estoque padrão”. Devido à observação de diversas terminologias utilizadas para posicionar o TP dentro do contexto do *Lean Thinking*, serão discutidas no próximo item definições para os elementos constituintes de uma teoria.

2.2.2 Elementos básicos de uma teoria de produção

Koskela (1996) elaborou uma estrutura lógica para o conteúdo central da teoria do gerenciamento da produção. Este autor propôs três níveis de elementos constituintes de um teoria do gerenciamento da produção (conceitos, princípios e métodos). Santos (1999) complementou a teoria por meio do desdobramento do elemento mais abstrato (métodos) para outros dois elementos (abordagem de implantação e ferramentas e técnicas). Na Figura 2.1 são apresentados estes elementos básicos da teoria divididos pelo nível de abstração.

Figura 2.1- Níveis de abstração da teoria do gerenciamento da produção



Fonte: SANTOS (1999)

Os três primeiros níveis mostrados na Figura 2.1 correspondem aos elementos mais abstratos da teoria. Isto porque muitos dos conceitos, princípios e abordagens de implantação vem da abstração de observações empíricas de boas práticas (SANTOS, 1999).

No último nível dos elementos que formam a teoria do gerenciamento, aparecem as técnicas e ferramentas que são modos mais tangíveis de empregar os conceitos, princípios e as abordagens de implantação (SANTOS, 1999).

O conceito pode ser definido através de uma imagem mental de algo formado pela generalização de experiências particulares (WEIHRISCH; KOONTZ; 1993 *apud* SANTOS; 1999)⁴. Segundo MacFarland (1979 *apud* SANTOS, 1999),⁵

⁴ WEIHRISCH, H.; KOONTZ, H. **Management**: a global perspective. 10 ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

⁵ MACFARLAND, D. E. **Management**: foundation and practices. 5 ed. Basingstoke: Collier MacMillan Publishers, 1979.

os conceitos gerenciais adequados são necessários para que os princípios possam ser desenvolvidos.

Com base nos conceitos podem ser gerados alguns princípios que são, também, altamente abstratos. Comumente, um princípio é declarado quando as generalizações ou hipóteses foram testadas e observadas na prática (SANTOS, 1999). Uma abordagem de implantação é uma resposta direta e pragmática da seguinte questão: “Como implementar um princípio?”. Esta tem um nível menor de abstração do que os conceitos e princípios (SANTOS; 1999).

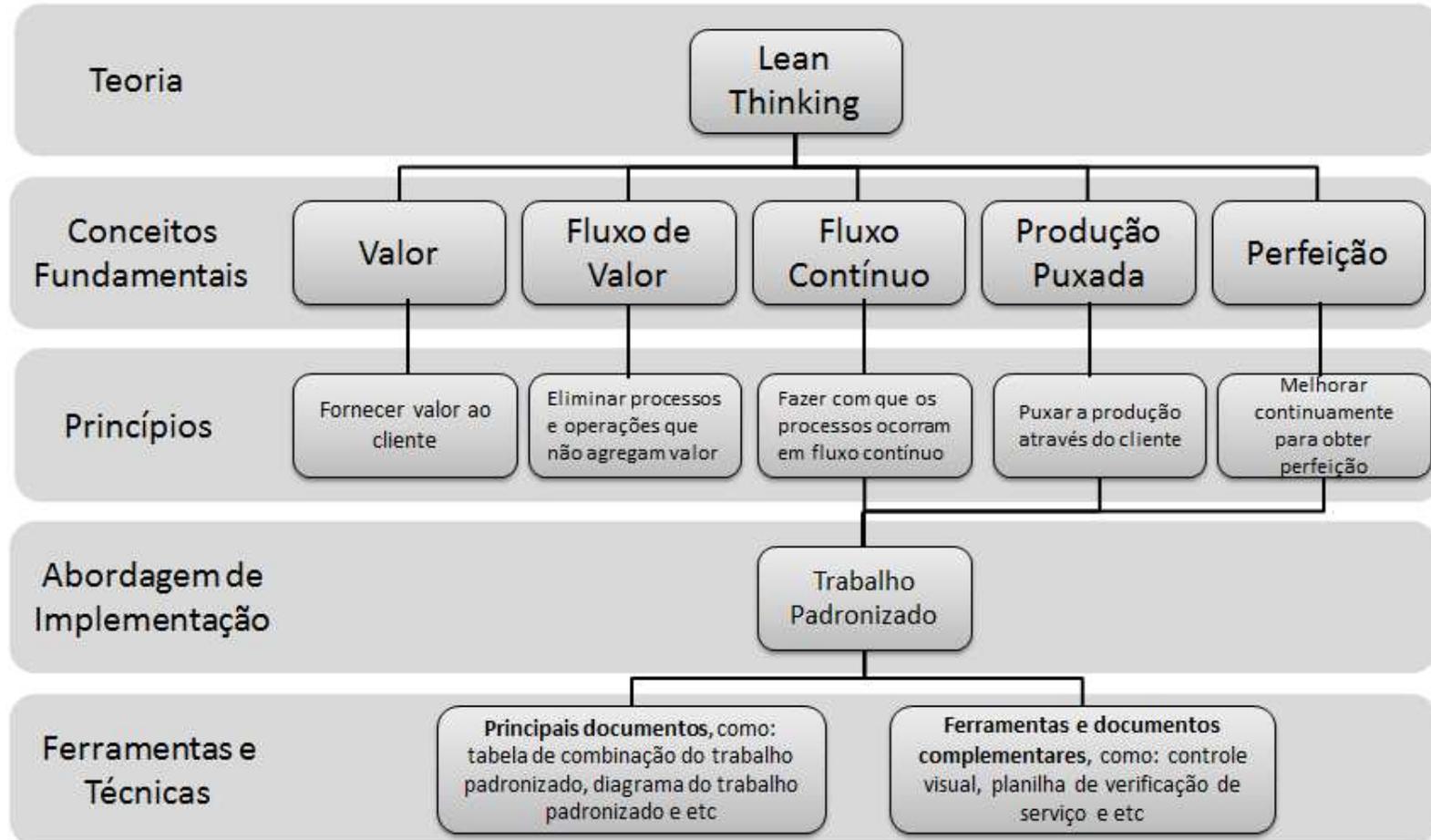
Segundo Santos (1999) o desenvolvimento e aplicações das teorias na prática são apoiados através de técnicas e ferramentas que são projetadas para auxiliar a resolução de questões para problemas específicos.

Baseado na estrutura proposta por Santos (1999) adaptado de Koskela (1992), e nas pesquisas de Picchi (2003) e Bulhões (2009), adotou-se para este trabalho a estrutura de conceitos, princípios, abordagens de implantação e ferramentas e técnicas do *Lean Thinking*, abordando com maior ênfase o trabalho padronizado. A Figura 2.2 apresenta esta estrutura.

Percebe-se ao analisar a Figura 2.2 que o TP ficou conceituado como uma abordagem de implantação, pois ao responder à questão proposta por Santos (1999) “Como implementar o princípio de fazer com os processos ocorram em fluxo contínuo?”

Pode-se obter como resposta, além da produção em fluxo, o trabalho padronizado, que é um dos modos de criar o fluxo contínuo nos processos (ROTHER; HARRIS, 2002). Estes autores orientam por meio de um guia prático como implantar o fluxo contínuo nos processos de uma indústria por meio da utilização do trabalho padronizado.

Figura 2.2 – Estrutura conceitual dos elementos do Lean Thinking adotado neste trabalho, posicionando o trabalho padronizado e suas inter-relações



Fonte: adaptado de SANTOS (1999); PICCHI (2003); BULHÕES (2009)

Whitmore (2008), Liker e Meier (2007) e Spear e Bowen (1999) relatam que o trabalho padronizado estabelece base para a melhoria contínua, de tal modo que sempre ocorrem modificações no trabalho padronizado para que melhorias possam ser incorporadas nos processos.

Narusawa e Shook (2009), Lean Institute Brasil (2003) e Ohno (1997) mencionam como um dos elementos do trabalho padronizado o *takt time* (será mais bem definido no item 2.4.1). Portanto, há uma relação significativa entre o trabalho padronizado e o princípio “puxar a produção através do cliente”.

Para implementar o trabalho padronizado existem alguns documentos e ferramentas que estão subdivididos em duas classes, os quais serão discutidos no item 2.4.2 deste trabalho.

2.3 IMPORTÂNCIA DO TP NO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Conforme discutido no item 2.1.1, o *Lean Thinking* originou-se de generalizações do Sistema Toyota de Produção, que a seguir passou a ser referenciado de maneira mais ampla, como modelo Toyota, demonstrando que o mesmo vai além de um sistema de produção.

Diversos autores destacam a importância do trabalho padronizado no Sistema Toyota, conforme discussão que se segue.

2.3.1 O DNA da Toyota

Spear e Bowen (1999) relatam a importância do trabalho padronizado na Toyota, citando o trabalho padronizado como a primeira das 4 regras não explícitas na Toyota, apontadas pelos autores como o “DNA” que garante sua vantagem competitiva.

Estes autores chamam essa regra de “Como as pessoas trabalham” e explicam que na Toyota todo o trabalho deve ser minuciosamente especificado em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado.

É apresentada no Quadro 2.2 uma comparação mostrada por Spear e Bowen (1999) sobre como algumas montadoras americanas e a Toyota realizam suas atividades:

Quadro 2.2 – Comparação sobre como algumas montadoras americanas e a Toyota realizam suas tarefas

Algumas Montadoras Americanas	Toyota
Um novo funcionário pode instalar o banco de maneira diferente da utilizada por outro mais experiente	Os funcionários (novos e antigos, juniores e supervisores) obedecem a uma sequência bem definida de etapas para executar um determinado serviço
Variação considerável na maneira como os funcionários executam seu trabalho	Qualquer desvio das especificações transparece de imediato

Fonte: adaptado de SPEAR; BOWEN(1999)

Para ensinar os princípios da primeira regra os gerentes da Toyota não dizem para os funcionários e supervisores o que eles devem fazer. Ao contrário, eles utilizam um método de ensino e aprendizado que permitem aos funcionários ou supervisores descobrirem as regras através da resolução de problemas (SPEAR; BOWEN, 1999). Os autores citam um exemplo de como isto é realizado na Toyota:

O professor vai até o local de trabalho e faz uma série de perguntas com intuito de induzirem a um conhecimento mais profundo: Como você faz esse trabalho? Como você sabe que está fazendo corretamente? Como você sabe que o resultado estará livre de defeitos? O que você faz quando tem um problema?” Deste modo, é estabelecido um novo padrão ao trabalho, tornando-se base para constantes melhorias (SPEAR; BOWEN, 1999).

As demais regras mencionadas no trabalho de Spear e Bowen (1999) são:

- Regra 2: Como as pessoas se conectam;
- Regra 3: Como é construída a linha de produção;
- Regra 4: Como melhorar.

2.3.2 A casa do Sistema Toyota de Produção

A Figura 2.3 mostra a casa do STP, uma forma bastante difundida de representação do STP. Esta casa apresenta-se em diferentes versões, e foi adaptada dos pensamentos de Ohno quando ele mencionou que o STP tem dois grandes pilares (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003):

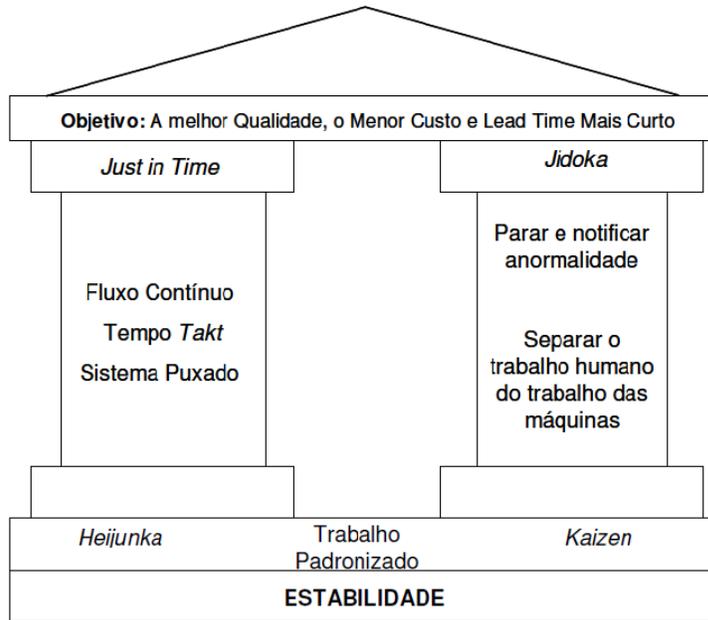
- *Just in Time*: sistema que produz e entrega somente o necessário, quando necessário e na quantidade necessária. Esta ideia foi concebida por Toyoda Kiichiro (OHNO, 1997).
- *Jidoka*: fornecer às máquinas e aos operadores a habilidade de identificar anormalidade e interromper o trabalho de imediato. Também é conhecido como autonomia que significa automação com toque humano (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

Na Figura 2.3, a seguir, sob os pilares, em um plano intermediário aparecem:

- *Heijunka*: nivelar por tipo de item e quantidade durante um período de tempo, para que a produção possa atender de modo mais eficiente o cliente, eliminando grandes lotes (NARUSAWA; SHOOK, 2009).
- *Kaizen*: melhoria contínua de um fluxo de valor ou de um processo individual (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).
- Trabalho Padronizado: base das operações para produções de produtos corretos, do modo mais seguro, fácil e eficaz, a partir das tecnologias e dos processos existentes. Determina os procedimentos exatos para o trabalho de cada operador (NARUSAWA; SHOOK, 2009). O papel do trabalho padronizado na melhoria é um dos

aspectos mais importantes do STP e um dos mais subutilizado em outras empresas (SHOOK, 2008).

Figura 2.3 – Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL (2003)

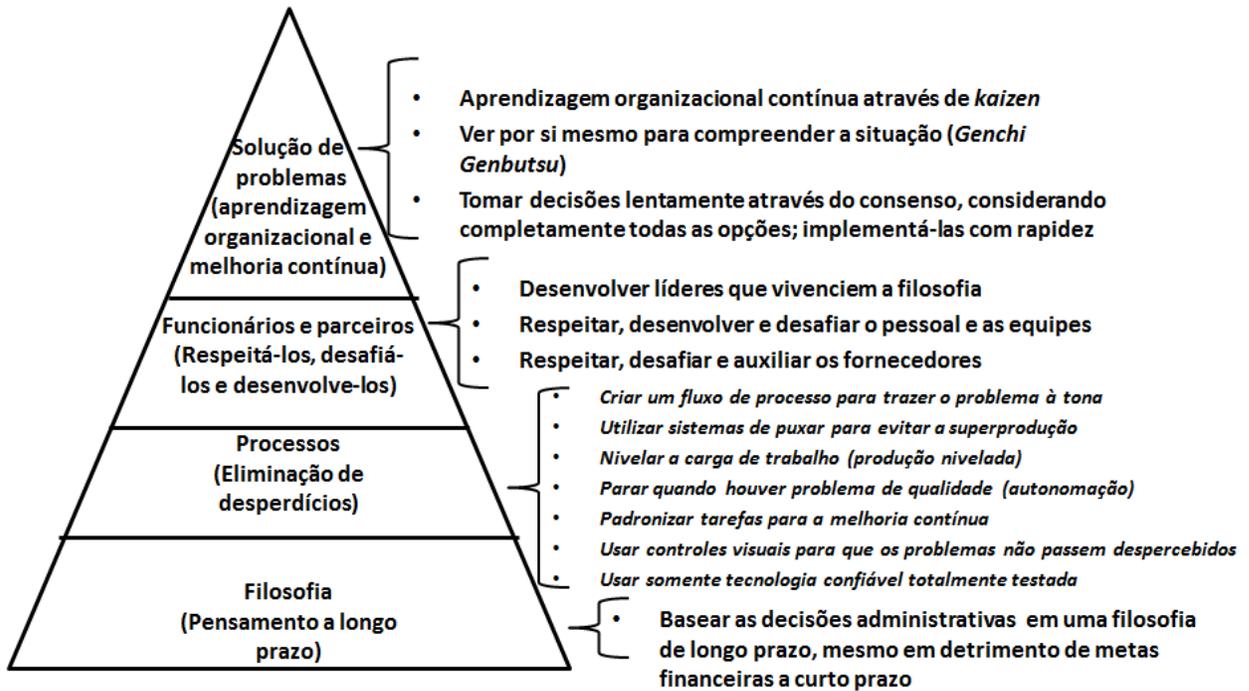
A base da casa mostra a estabilidade básica que é definida por Smalley (2005), como a previsibilidade geral e disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, materiais, máquinas e métodos (4M's).

2.3.3 O modelo Toyota

Liker (2005) apresenta 14 princípios para a obtenção do que ele chama de Modelo Toyota. O autor divide os princípios em quatro categorias.

A Figura 2.4 mostra como o autor estruturou o modelo Toyota.

Figura 2.4 – Catorze princípios do Modelo Toyota



Fonte: LIKER (2005)

Observa-se na categoria “Processos” o princípio: “Tarefas padronizadas são base para a melhoria contínua e da capacitação dos funcionários”.

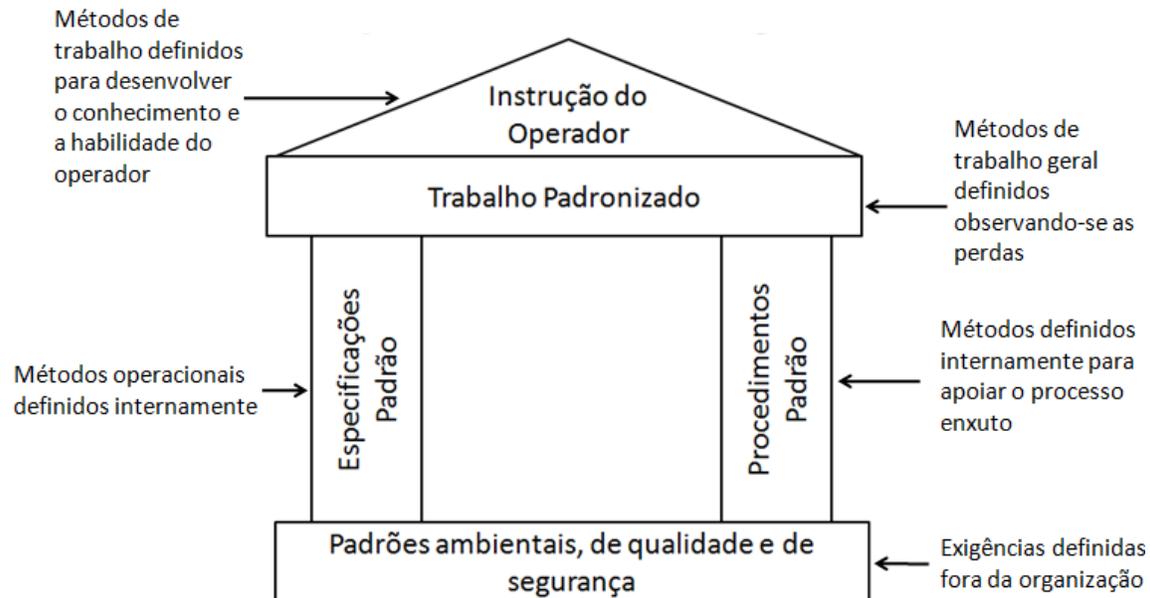
Liker e Meier (2007) relatam que o trabalho padronizado é tão importante na Toyota que um terço do Manual do STP é dedicado a ele. Segundo estes autores existem claras diferenças entre trabalho padronizado e padrões de trabalho, pois enquanto o objetivo do primeiro é a eliminação de desperdícios, o segundo objetiva a redução do custo unitário.

Além disso, Liker e Meier (2007) relatam que ocorre confusão quanto ao estabelecimento do trabalho padronizado, já que este é aparentemente fácil de reproduzir, porém difícil para outras empresas.

A Figura 2.5, mostra a relação entre os diferentes tipos de padrões e como sustentam os principais objetivos de oferecer um método definido para realizar o trabalho com um mínimo de desperdício, bem como fornecer

informações detalhadas sobre o desenvolvimento de conhecimento e um alto nível de habilidade possível (LIKER; MEIER, 2007).

Figura 2.5 – Relação e propósitos dos vários tipos de padrões



Fonte: LIKER; MEIER (2007)

Os padrões de qualidade servem para verificar os níveis de qualidade dos produtos, deste modo fornece informações de como este produto deve ser avaliado em relação à qualidade. Os padrões ambientais e segurança são estabelecidos pelas empresas com intuito de atender as leis estaduais e federais. A especificação padrão está relacionada ao produto, por exemplo: dimensões do produto e métodos de processamento (LIKER; MEIER, 2007).

Os procedimentos padrão são comumente estabelecidos pelo setor de produção e são usados para definir o modo como a produção ocorrerá, por exemplo: rotas de fluxo de materiais, estoque padrão e codificação com cores. A instrução do operador define os métodos utilizados para execução de uma operação e todos os recursos que serão utilizados (LIKER; MEIER, 2007).

Liker e Meier (2007) relatam que existem muitos mitos relacionados ao trabalho padronizado em outras empresas. Estes mitos são:

- a) Se tivermos trabalho padronizado, qualquer um pode aprender tudo sobre trabalho olhando os documentos;
- b) Se tivermos trabalho padronizado, poderemos trazer qualquer pessoa e treiná-la para fazer o trabalho em alguns minutos;
- c) Podemos incorporar todos os detalhes do trabalho e os padrões à folha de trabalho padronizado;
- d) Os funcionários desenvolvem seu próprio trabalho padronizado;
- e) Se tivermos trabalho padronizado, os operadores farão o trabalho de forma adequada e não se desviarão do padrão.

Como um ponto importante para o monitoramento do trabalho padronizado, destaca-se a auditoria do trabalho padronizado. Na Toyota, a auditoria não é coerciva, por ser realizada em um ambiente no qual se busca a eliminação de desperdícios. O foco desta auditoria está em encontrar a causa raiz do problema para que o problema seja analisado e depois contramedidas (medidas com finalidade de eliminar ou minimizar um problema) possam ser propostas (LIKER; MEIER, 2007).

2.4 ELEMENTOS, DOCUMENTOS E FERRAMENTAS DO TRABALHO PADRONIZADO

2.4.1 Elementos

O trabalho padronizado preconiza o estabelecimento específico dos procedimentos para o trabalho de cada operador, sendo estes baseados nos seguintes elementos, (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003):

a) **takt time**⁶: é a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados. Ela é determinada pela divisão do tempo total disponível de produção por turno pela demanda do cliente (ROTHER; HARRIS, 2002);

b) **sequência**: a ordem das ações que cada trabalhador deve desempenhar dentro do *takt time* (MONDEN, 1998);

c) **estoque padrão**: é a quantidade mínima de estoque necessária para manter a continuidade no fluxo de produção (OHNO, 1997).

2.4.2 Principais documentos

Segundo o Lean Institute Brasil (2003), três documentos básicos são comumente utilizados na criação do trabalho padronizado. Estes documentos são utilizados pelos engenheiros e supervisores para projetar o processo e pelos operadores para fazer melhorias em suas próprias tarefas.

Alguns autores, como: Narusawa e Shook (2009), Rother e Harris (2002) e Marksberry, Rammohan e Vu (2011) mencionam a folha de estudos de processo (FEP) e o gráfico de balanceamento do operador (GBO) como fundamentais para o estabelecimento do trabalho padronizado.

A FEP é utilizada para coleta de dados e o GBO é utilizado para analisar os dados coletados pela FEP. Alukal e Manos (2006) também relatam que o diagrama de espaguete é útil para deixar aparentes os desperdícios relativos a deslocamento e transporte realizado pelos funcionários.

Seguem abaixo as definições destes documentos:

⁶ *Takt* é um termo alemão que se refere a um intervalo preciso de tempo, como por exemplo, em uma orquestra. Este termo foi usado pela primeira vez em 1930 pela indústria alemã na indústria aeronáutica e em 1950 este termo se difundiu pela Toyota (LEAN INSTITUTE BRASIL,2003)

a) Folha de Capacidade de Produção: é um formulário que determina a capacidade de processamento de cada máquina utilizada em um determinado processo. Este formulário leva em consideração fatores, tais como: o tempo manual da operação, o tempo de ciclo das máquinas e *set up* (MONDEN, 1998). Segundo Liker e Meier (2007) este formulário é útil para identificação de operações que causam gargalo nos processos. A Figura 2.6 mostra um exemplo deste documento.

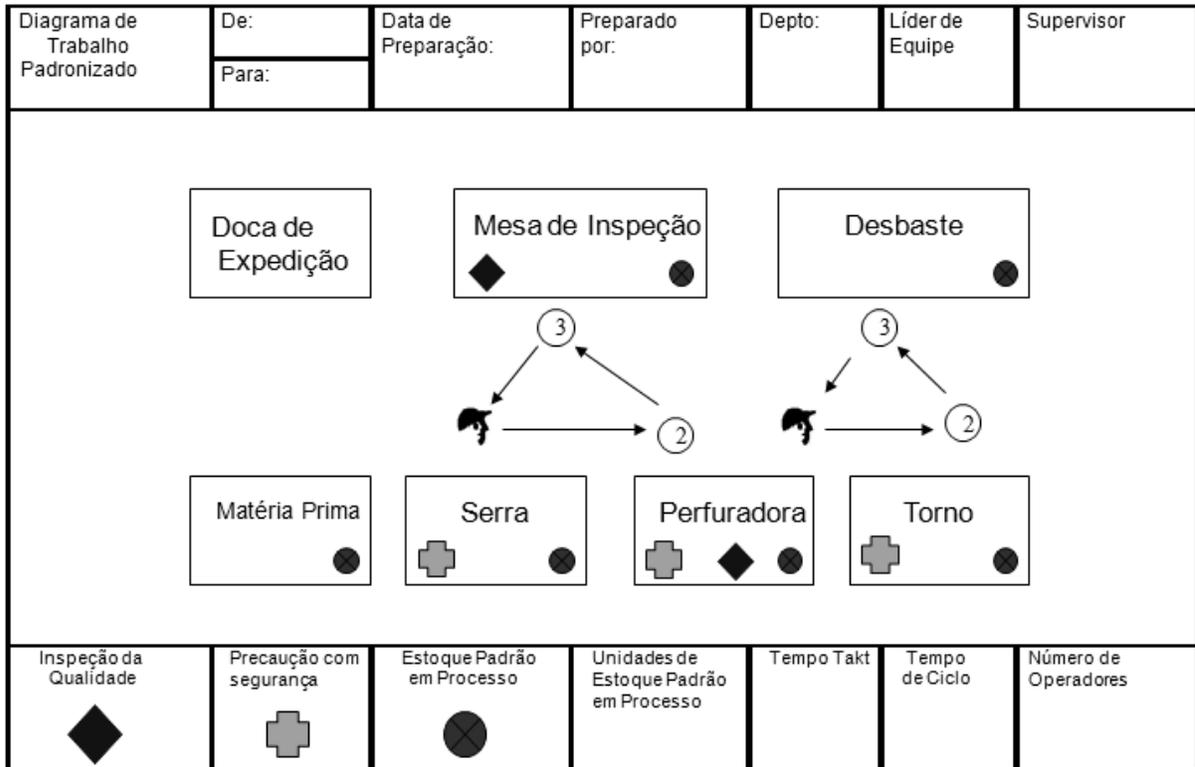
Figura 2.6 – Folha de capacidade de produção

Quadro de Capacidade do Processo		Aprovado por:	Produto Nº			Aplicação:		Registrado por:
			Nome do Produto:			Linha:		
Nº	Nome do processo	Nº da Máquina	TEMPO BÁSICO (seg)			TROCA DE		Capacidade de processamento por turno
			Manual	Auto	Total	Nº pçs /troca	Tempo [seg]	
1	Corte	Cc100	5"	25"	30"	500	2 min	896
2	Trituração	Gg200	5"	12"	17"	1000	5 min	1570
3	Trituração Refinada	Gg300	5"	27"	32"	300	5min	823

Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL (2003)

b) Diagrama de Trabalho Padronizado: ilustra a deslocamento dos funcionários na área de trabalho através de um *layout* (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003). Sua função é auxiliar o trabalhador sobre como o mesmo deve executar seu trabalho em relação à sequência operacional e a localização do estoque (LIKER; MEIER, 2007). Um exemplo deste diagrama está na Figura 2.7.

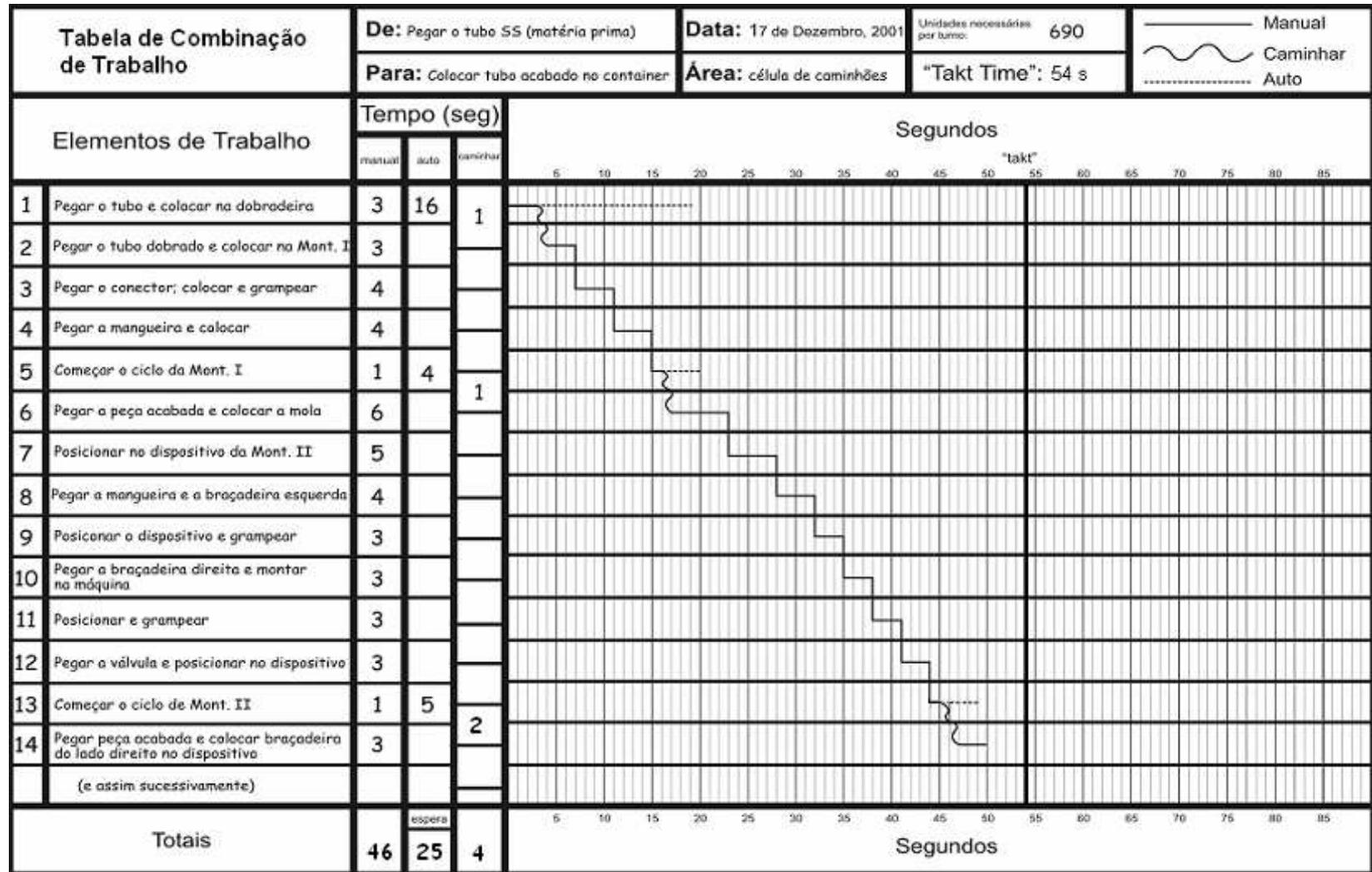
Figura 2.7 – Diagrama de trabalho padronizado



Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL (2010)

c) Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado: é uma tabela que apresenta a combinação do tempo de trabalho manual e o tempo da caminhada de cada trabalhador com o tempo de processamento da máquina. Ou seja, a tabela completa mostra as interações entre operadores e máquinas no processo analisado e permite que se recalcule o conteúdo de trabalho dos operadores, conforme o *takt time* se expande ou contrai (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003). A Figura 2.8 mostra um exemplo da tabela de combinação do trabalho padronizado.

Figura 2.8 – Tabela de combinação do trabalho padronizado



Fonte: ROTHER; HARRIS (2002)

- d) A folha de estudo de processo é uma planilha que auxilia a coleta de tempos de um processo, através da identificação e cronometragem de cada elemento de trabalho⁷. Ao final, este documento gera o tempo de ciclo⁸ do processo (LUYSTER, 2006). Um exemplo da FEP pode ser visualizado na Figura 2.9.

Figura 2.9 – Folha de estudo de processo

Folha de Estudo de Processo		Processo:							Observador:		Data / Hora:	Página:
											07 Maio 2007 14:40 h	1/1
Etapa do Processo	Operador								Máquina		Observações	
	Elemento de Trabalho		Tempo observado						Menor repetido	Tempo ciclo		
Montagem I	Pegar o tubo dobrado e apertar no dispositivo de fixação		6		6	5	5	4	5	5		Operador deve martelar para fixar
	Pegar o conector, colocar e grampear		4	4	4	3	4			4		
	Pegar a mangueira e colocar no dispositivo de fixação		4	5	4	4	4			4		Operador empilha as suas próprias mangueiras (peças)
	Iniciar o ciclo									1	4	
	Soltar e retirar		2	2	3	2	2	2		2		
	Prender a mola		8	6	7	6	7	5		6		

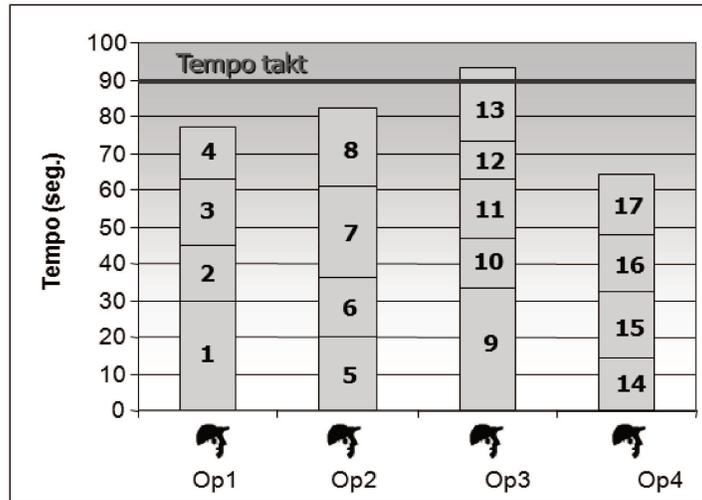
Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL (2010)

- e) O Gráfico de balanceamento do operador é um quadro onde está descrita a distribuição da carga de trabalho entre os operadores em relação ao *takt time*, baseado em dados reais observados e registrados pela FEP (ROTHER; HARRIS, 2002). Algumas vezes este gráfico é utilizado somente para máquinas com intuito de verificar se elas podem ou não atingir o *takt*. Neste caso este gráfico passa a ser chamado de Gráfico de Balanceamento de Máquinas (GBM). A Figura 2.10 mostra um exemplo do gráfico de balanceamento do operador.

⁷ Um elemento de trabalho pode ser definido com “o menor incremento de trabalho que pode ser transferido a outra pessoa” (ROTHER; HARRIS, 2002).

⁸ O tempo de ciclo é a frequência com que uma peça ou produto é completado por um processo. Também se refere ao tempo que o operador leva para complementar todas as tarefas de um trabalho, antes de repeti-las (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003)

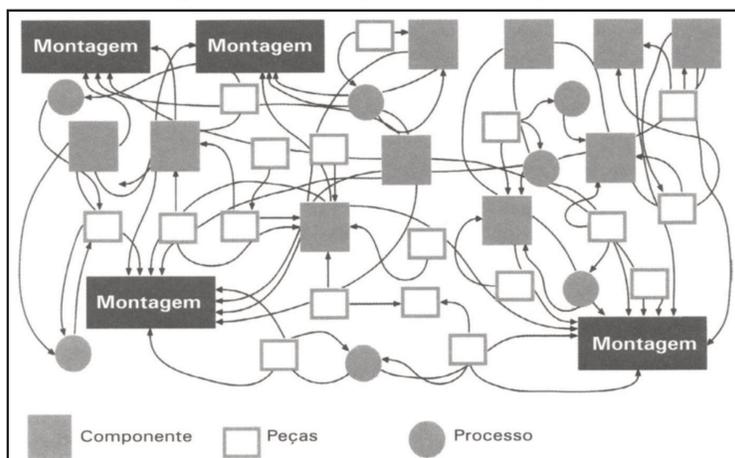
Figura 2.10 – Gráfico de balanceamento do operador



Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL (2010)

- f) Diagrama espaguete: é um documento que mostra o fluxo físico de um produto ou o deslocamento de um operador. Também é chamado assim porque geralmente a rota traçada pelo produto ou operador é parecida com um prato de espaguete (WOMACK; JONES, 1998). Esta ferramenta serve para ilustrar os desperdícios relativos a deslocamento dos funcionários. Um exemplo do diagrama de espaguete pode ser visto na Figura 2.11.

Figura 2.11 – Diagrama de espaguete



Fonte: LEAN INSTITUTE BRASIL (2003)

Os documentos são utilizados de modo combinado para que se possam alcançar resultados significativos (MARKSBERRY; RAMMOHAN; VU, 2011). Segue abaixo no Quadro 2.3 as relações dos principais documentos com os elementos do TP.

Quadro 2.3 – Relação entre os documentos e elementos do trabalho padronizado

Documentos do trabalho padronizado	Elementos do trabalho padronizado		
	<i>takt time</i>	sequência	estoque padrão
Folha de capacidade de produção	X		
Tabela de combinação do trabalho padronizado	X	X	
Diagrama de trabalho padronizado		X	X
Folha de estudo de processo		X	
Gráfico de balanceamento do operador	X	X	
Diagrama espaguete		X	

Fonte: Adaptado de MARKSBERRY; RAMMOHAN; VU (2011)

2.4.3 Ferramentas e documentos complementares

Liker e Meier (2007) apresentam, além dos principais documentos do trabalho padronizado, ferramentas e documentos complementares que dão suporte à aplicação e gerenciamento do TP. São estes:

a) Controles visuais: são usados para facilitar a transferência de informações importantes tão rápido quanto possível. São, de fato, formas de transferir informações visuais *just-in-time* na fábrica (SUZAKI, 1987). Os controles visuais podem ser ferramentas, como: *andon*⁹, *quadro de análise da produção*¹⁰ e *kanban*¹¹ ou documentos fixados em locais previamente estabelecidos para facilitar o fluxo de informação naquela área.

⁹ *andon* : ferramenta de gerenciamento visual que mostra o estado das operações em uma área e avisa quando ocorre algo de anormal (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

¹⁰ Um quadro localizado ao lado de um processo para mostrar o desempenho real comparado ao desempenho planejado (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003).

¹¹ *kanban*: é o método de operação em que o cliente puxa a produção. A forma mais frequente usada é um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil. Neste pedaço de papel a informação pode ser dividida em três categorias: (1) informação de coleta, (2) informação de transferência e (3) informação de produção (OHNO; 1997).

b) Políticas e procedimentos: uma estrutura de apoio é fornecida pela empresa para sustentar o TP através de suas políticas e procedimentos (LIKER; MEIER, 2007).

c) Modelos de amostra: são exemplos tangíveis dos níveis de qualidade desejados fornecidos pelo setor de qualidade (LIKER; MEIER, 2007).

d) Planilha de verificação do processo: é um documento de verificação de processo utilizado na auditoria do TP. Esta possui perguntas simples para auxiliar o funcionário a desenvolver um melhor trabalho; também o conduz a promover melhorias nos processos (LIKER; MEIER, 2007).

e) Instrução de trabalho: documento de instrução de trabalho define os métodos utilizados para execução de uma operação e todos os recursos utilizados para executar aquela operação (MONDEN, 1998).

2.5 MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TP NA MANUFATURA

Rother e Harris (2002) apresentam um guia prático para aplicação do trabalho padronizado. Embora estes autores não se refiram a este guia como um método, este guia pode ser caracterizado como tal, pois Vaishnavi e Kuecheler (2007) mencionam que um método é “um passo a passo executado para realizar uma tarefa”. Rother e Harris (2002) baseiam o passo a passo para implantação do TP em onze perguntas e discutem suas possíveis soluções, as quais apresentam-se a seguir:

1) Você escolheu os produtos finais adequados?

Os produtos finais devem ser escolhidos de forma que a produção possa ser flexível, ou seja, uma mesma equipe consiga realizar processos de diferentes produtos, mesmo quando há mudanças na demanda. Os critérios adotados para essa escolha são: os produtos devem apresentar baixa variação no conteúdo total

de trabalho, as etapas do processo e os equipamentos devem ser similares e o *takt time* deve ser adequado.

2) Qual é o *takt time*?

O *takt time* é um número de referência utilizado para ajudar a vincular a taxa de produção em um processo puxador ao ritmo das vendas. O *takt* é o ritmo que a produção deve ter e seu cálculo é obtido pela divisão entre o tempo de trabalho disponível por turno pela demanda do cliente por turno.

3) Quais são os elementos de trabalho para se fazer um item?

Um elemento de trabalho pode ser entendido como o menor incremento de trabalho que pode ser transferido para outra pessoa. Nesta etapa devem ser identificados todos os elementos de trabalho para realização de uma tarefa.

4) Qual é o tempo real necessário para cada elemento de trabalho?

O tempo real necessário é o tempo cronometrado de duração de um elemento de trabalho sem incluir os desperdícios.

5) Seu equipamento pode operar de acordo com o *takt time*?

Essa verificação consiste em se certificar que as máquinas sejam capazes de completar seu ciclo para cada peça dentro do *takt time*.

6) Qual o nível de automação?

Determinação do nível de automação para realizar o fluxo contínuo na produção. Esta etapa mostra as interações entre máquina e operador. Deste modo, deve ser analisado o nível de automação para que o mesmo não seja mais alto do que o necessário, pois investimentos muito altos em equipamentos podem não gerar o retorno planejado.

7) Como organizar o processo físico para que uma pessoa possa fazer um item da maneira mais eficiente possível?

Na organização física do local deve-se planejar as estações de trabalho e os equipamentos como se somente um operador fabricasse o produto do início ao fim para evitar as ilhas isoladas de atividades. Deste modo, os estoques serão minimizados, bem como as caminhadas excessivas, além de remover obstáculos existentes no caminho do operador.

8) Quantos operadores são necessários para atender o *takt time*?

O número de trabalhadores necessários não deve ser feito de acordo com estimativa. Ele deve ser calculado por uma divisão do conteúdo total de trabalho dividido pelo *takt time*. Essa divisão resulta o número de operadores necessários para a operação.

9) Como distribuir o trabalho entre os operadores?

A alocação do trabalho pode ser feita de vários modos. Alguns dos métodos são:

- Dividir o trabalho entre os operadores, para que a cada um seja atribuída uma porção do conteúdo total de trabalho;
- Distribuição de trabalho no circuito, fazendo com que cada operador realize todos os elementos de trabalho;
- Distribuição no fluxo reverso, fazendo com que os operadores se movam em sentido reverso ao produto;
- Uma combinação entre dividir o trabalho com o circuito ou fluxo reverso, geralmente utilizado em células de trabalho que requerem mais de dois trabalhadores;
- Dividir o trabalho com um operador por estação, geralmente usado para processos que envolvem trabalhos manuais;
- Dividir o trabalho em corte, ou seja, fazer dois trabalhadores operarem em duas operações de trabalho, exceto no início e fim do ciclo.

10) Como você vai programar o processo puxador?

O processo puxador deve ser planejado para atingir o *takt time* e manter o fluxo contínuo com volume de trabalho nivelado. Deve-se definir também o tamanho do lote mais apropriado antes da troca para o outro tipo de produto.

11) Como o processo puxador reagirá às mudanças da demanda do cliente?

O volume de demanda pode não ser estável ao longo do ano. A produção deve se adaptar ao volume de produção e ao novo *takt time*. Isso significa aumentar e reduzir o número de operadores dependendo do volume de demanda.

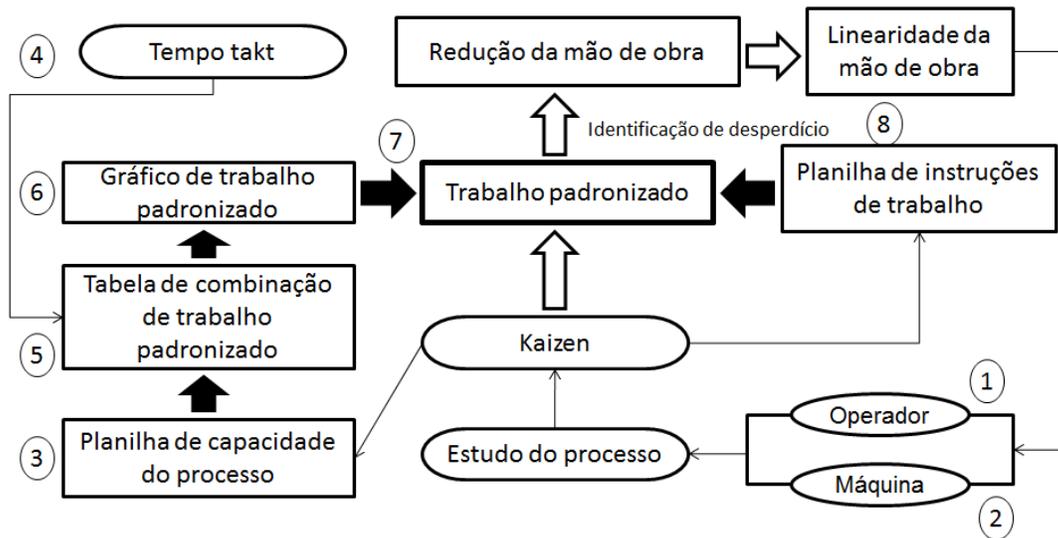
Após estas perguntas é elaborado um plano de implantação, depois o projeto piloto é simulado e finalmente os problemas são removidos para que desta forma o método possa ser reiniciado. Através destas perguntas os autores implementam o trabalho padronizado por meio do uso de seus documentos. Segundo Rother e Harris (2002) ao se aplicar este método repetidas vezes, a produção se aproximará cada vez mais de um fluxo contínuo e de um fluxo de valor cada vez mais enxuto.

Narusawa e Shook (2009) apresentam um fluxograma onde identificam sistematicamente os passos para criação do trabalho padronizado (vide Figura 2.12).

Na Figura 2.12 pode-se perceber que existem duas entradas no fluxograma, uma é o operador e a outra é a máquina. A partir destas entradas é realizado o estudo de processos através da Folha de Estudo de Processo, e melhorias são propostas através da abordagem do *kaizen* no papel (melhorias propostas a partir da análise de dados). Após isso, verifica-se a capacidade das máquinas para verificar se eles conseguirão atender o processo. Determina-se então o *takt time* para verificar a distribuição da carga de trabalho para que depois possa ser elaborado a combinação do trabalho entre operadores e máquinas através a Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado (TCTP). Como consequência desta etapa ocorre a redução e linearidade da mão-de-obra.

Ao final, apresenta-se ao operador a planilha de instruções de trabalho para que ele possa realizar e propor melhorias no processo.

Figura 2.12 – Fluxograma para criação e manutenção do trabalho padronizado



Fonte: NARUSAWA; SHOOK (2009)

2.6 APLICAÇÕES NO SETOR DE SERVIÇOS

Algumas aplicações do trabalho padronizado já foram realizadas em outros setores. Abaixo seguem algumas destas aplicações.

Emiliani (2008) aplicou o trabalho padronizado em serviços executados por líderes executivos. A referida autora concluiu que o TP pode ser aplicado nas relações estratégicas e tarefas do cotidiano da liderança executiva, deste modo, fornecendo uma nova definição de liderança, uma descrição precisa dos princípios empresariais e um conjunto padrão de habilidades para executivos.

Swank (2003) aplicou o trabalho padronizado em uma companhia de seguros e os resultados obtidos foram: o nivelamento da carga de trabalho e um melhor desempenho dos trabalhadores.

Seraphim, Silva e Agostinho (2010) implementou o trabalho padronizado nos serviços realizado por recepcionistas de um hospital. Como resultados puderam ser criadas estratégias para a resolução de problemas e conseguiu-se um maior comprometimento dos funcionários.

2.7 RELAÇÕES DO TRABALHO PADRONIZADO COM ERGONOMIA, SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

As críticas relacionadas ao taylorismo e ao fordismo são tão antigas quanto os próprios modelos de gestão da produção. Várias críticas científicas, filosóficas e até mesmo populares foram feitas a estes modelos referindo-se as condições de trabalho, destacando-se o filme “Tempos Modernos”¹² (BJÖRKMAN,1996). Apesar de poucas críticas à produção *lean*, pesquisas relacionadas à ergonomia são necessárias para avaliar o desempenho desta filosofia de produção do ponto de vista ergonômico (BJÖRKMAN, 1996).

Adler (1993) mostra um estudo realizado na NUMMI, onde através da aplicação do trabalho padronizado houve reduções de variabilidade na execução de tarefas. Essas reduções levaram a vários outros benefícios, dentre eles foram observadas melhorias na segurança e reduções de acidentes, pois os funcionários passaram a verificar toda a possibilidade de esforço e perigo sistematicamente.

Womack, Armstrong e Liker (2009) coletaram e comparam amostras de 56 tipos de trabalho em departamentos de indústrias automobilísticas *lean* e tradicionais. Os resultados da pesquisa sugerem que a manufatura *lean* não necessariamente aumenta o risco dos trabalhadores de acometimento de lesões musculoesqueléticas.

Saurin e Ferreira (2009) avaliaram as condições de trabalho em uma linha de montagem de equipamentos pesados em uma fábrica no Brasil após a implantação da produção *lean*. Os resultados mostraram melhorias nas condições de trabalho. Até certo ponto esse fato ocorreu pela implantação do trabalho padronizado (SAURIN; FERREIRA, 2009).

Apesar de algumas pesquisas relatarem que a produção *lean* não interfere nas condições do trabalho ou promove melhorias nas mesmas, existem

¹² Filme em que o ator Charles Chaplin critica o fordismo quanto à questão da fadiga operacional, através da repetição de uma tarefa.

controvérsias na literatura, pois alguns autores, como Rehder (1994), Green (1999) e Sugimoto (2002) relatam que a produção *lean* implica negativamente nas condições físicas e emocionais dos trabalhadores.

Um fator relevante para este trabalho também relacionado com ergonomia e saúde do trabalhador é a tolerância para alívio da fadiga e para atendimento das necessidades pessoais. Seguem no Quadro 2.4 alguns dos dados relatados na literatura. Estes dados não consideram paradas programadas, ou seja, consideram somente o intervalo para almoço.

Quadro 2.4 – Tolerância para alívio da fadiga e atendimento às necessidades pessoais reportadas na literatura

Referência	Tolerância para alívio da fadiga	Tolerância para atendimento às necessidades pessoais	Ambas as tolerâncias
Forbes e Ahamed (2011)	-	-	25%
Bernold e Abourizk (2010)	-	5%	-
Peinado e Graeml (2007)	15-20%	2-5%	-
Martins e Laugeni (2005)	15-20%	5%	-
Salvendy (2001)	-	5%	-
Starr (1971)	5-15%	-	-

Fonte: Próprio autor

Para este trabalho, adotou-se a tolerância de 25% englobando ambas as tolerâncias mencionadas no Quadro 2.4. Inclusive a mesma tolerância mencionada por Forbes e Ahamed (2011) no livro **Modern construction: lean project delivery and integrated practices**.

Um fato importante é que na Toyota o tempo adotado entre o tempo de ciclo planejado e o *takt time* é de 5%. Observa-se também que são realizados a cada 2 horas uma parada na linha para descanso, recomposição física e para realização de necessidades fisiológicas, portanto nestes 5% não estão inclusos fadiga e necessidades fisiológicas. Além disso, caso seja necessário, o líder de equipe pode substituir um funcionário da produção a qualquer momento.

Sendo a construção um ambiente sem estas condições, será adotado os 25% identificado nas literaturas tradicionais de estudos de tempos.

2.8 APLICAÇÕES DO TP NO CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO

Neste item foi realizado uma revisão bibliográfica de pesquisas (entre 2002 e 2010) que abordam a aplicação dos elementos, documentos e ferramentas do TP aplicados ao contexto da construção.

Para tanto, foram levantadas pesquisas em fontes que apresentam publicações relacionadas ao *Lean Thinking* aplicado à construção, tais como: em periódicos internacionais, nos portais do Grupo Internacional pela Construção Enxuta (IGLC), Revista Ambiente Construído, banco de teses de universidades brasileiras, anais do Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção (Sibragec) e Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Enegep) e em outras revistas e congressos especializados no setor da construção civil.

No Quadro 2.5 foram identificados os elementos, documentos e ferramentas do TP que foram utilizados nas pesquisas levantadas. Ao analisar o Quadro 2.5 é possível perceber que a ferramenta mais utilizada nas pesquisas foi o controle visual, pois várias das pesquisas levantadas apresentaram o uso de *kanban*, *andon*, programas 5S, quadro visuais e outras ferramentas que facilitavam o fluxo de informações, através de mecanismos visuais. Em segundo lugar está o elemento estoque padrão, já que na maioria das pesquisas em que apareceu este elemento, utilizavam-se supermercados com objetivo de assegurar que a produção não parasse. O *takt time* e a sequência estão empatados em terceiro lugar na quantidade de utilizações nas pesquisas.

Por outro lado, foram pouco utilizados: folha de estudo de processo (FEP), gráfico de balanceamento do operador (GBO), modelos de amostra, instrução de trabalho e políticas e procedimentos padrões, o que pode explicar o insucesso de algumas destas aplicações, principalmente aqueles que esperavam a implantação do fluxo contínuo da produção, pois, conforme Liker e Meier (2007), políticas e procedimentos padrões e instrução de trabalho são base para o estabelecimento do TP.

Observa-se no Quadro 2.5, a não utilização de quatro documentos que poderiam ser adaptados para o contexto da construção. São estes: folha de capacidade de produção, planilha de verificação dos processos, diagrama de espaguete e diagrama de trabalho padronizado.

A folha de capacidade de produção está inerente à utilização de equipamentos. Na construção poderia ser utilizada, por exemplo: na betoneira, no guincho e em outros equipamentos.

A planilha de verificação de processos pode ser utilizada em uma adaptação da auditoria do trabalho padronizado para o contexto da construção. Já o diagrama de espaguete poderia avaliar os desperdícios contidos em qualquer atividade inerentes ao fluxo físico do operário.

O diagrama de trabalho padronizado poderia eliminar os desperdícios mostrados pelo diagrama de espaguete; deste modo, mostraria o *layout* do pavimento com o estoque e a sequência de trabalho no pavimento baseado no *takt time*.

Os artigos que apresentam maior quantidade de aplicação desses elementos, documentos e ferramentas são: Francelino et al. (2006), Gallardo (2007) e Bulhões (2009). Francelino et al. (2006) e Bulhões (2009) apresentam os mesmos elementos, documentos e ferramentas, os dois únicos artigos que mencionam todos os elementos do trabalho padronizado, porém não aplicados no mesmo serviço. Por exemplo, no artigo de Francelino et al. (2006) o *takt time* e a sequência foram usados em um serviço de dosagem e transporte de argamassa; já o estoque padrão foi utilizado em tijolos cerâmicos através do uso de supermercados.

Desse modo, pode-se dizer que em nenhuma das pesquisas levantadas houve uma aplicação plena do trabalho padronizado, já que para sua aplicação integral, todos os seus elementos devem ser aplicados ao mesmo serviço, conforme a definição adotada neste trabalho (item 2.2.1).

Quadro 2.5 – Elementos, documentos e ferramentas do trabalho padronizado aplicados ao contexto da construção

Referências	Elementos do TP			Documentos principais do TP						Documentos e ferramentas complementares do TP					Quantidade por artigo
	Takt time	Sequência	Estoque padrão	Folha de capacidade de produção	Tabela de combinação do trabalho padronizado	Diagrama de trabalho padronizado	Folha de estudo de processo	Diagrama de espaguete	Gráfico de Balanceamento do Operador	Controles visuais	Políticas e procedimentos	Modelos de amostra	Planilha de verificação do processo	Instrução de trabalho	
Ballard e Howell (1997)		x			x										2
Benettii et al. (2007)	x	x			x				x						4
Bulhões (2009)	x	x	x		x				x	x					6
Carneiro et al. (2009)	x		x							x					3
Feng e Ballard (2008)														x	1
Ferraz et al. (2005)	x		x							x					3
Formoso (2002)										x		x			2
Francelino et al. (2006)*	x	x	x		x				x	x					6
Gallardo (2007)		x	x		x		x		x	x					6
Horman e Thomas (2005)			x												1
Kurek (2005)										x	x	x			3
Lima, Bisio e Alves (2009)		x													1
Miranda et al. (2003)	x										x				2
Nakagawa (2005)										x					1
Nakagawa e Shimizu (2004)		x								x				x	3
Patussi e Heineck (2009)														x	1
Polesi, Frödell e Josephson (2009)											x				1
Saffaro (2007)	x	x			x				x						
Salerno (2005)		x								x					2
Santos; Formoso; Tookey (2002)										x	x				2
Souza et al. (2005)*			x		x					x					3
Tezel et al. (2010)										x		x			2
Yu et al. (2009)	x		x												2
Yu et al. (2007)			x												1
Qtde de elem. ou ferra.	8	8	11	0	5	0	1	0	4	14	4	3	0	3	

Fonte: Próprio autor.

Obs.*: Estes trabalhos se referem ao GBO como diagrama homem-máquina ou gráfico de balanceamento de recurso e a tabela de combinação do trabalho padronizado como diagrama de sequência ou planilha de operação padrão

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 ESTRATÉGIA ADOTADA

Como estratégia de pesquisa adotou-se a Design Science Research (Constructive Research Approach), que segundo Lukka (2003) apresenta as seguintes características:

- o objetivo desta pesquisa é a construção de um artefato;
- foca na solução de um problema real com aplicação prática;
- há uma tentativa de implantação desse artefato, e desse modo ocorre um teste prático de aplicabilidade;
- implica uma relação muito próxima entre os pesquisadores e profissionais da organização, em que é gerado um conhecimento experimental;
- é explicitamente ligada a um conhecimento teórico anterior;
- há reflexão sobre os resultados gerados e a teoria.

A Design Science Research (DSR) é um processo de construção de um artefato com o intuito de resolver um problema real e fazer uma contribuição à teoria (LUKKA, 2003). Os artefatos gerados (*output*) pela Design Science Research são apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Artefatos gerados pela Design Science Research

Artefatos	Descrição
Constructo	Vocabulário conceitual dos termos e variáveis do estudo.
Modelo	Um conjunto de proposições que gera uma relação entre os constructos.
Método	Um passo a passo realizado para executar uma tarefa.
<i>Instantiations</i>	Operacionalização de um constructo, modelo ou método.
Construção/Melhoria de Teoria	Processo metodológico de construção de um artefato.

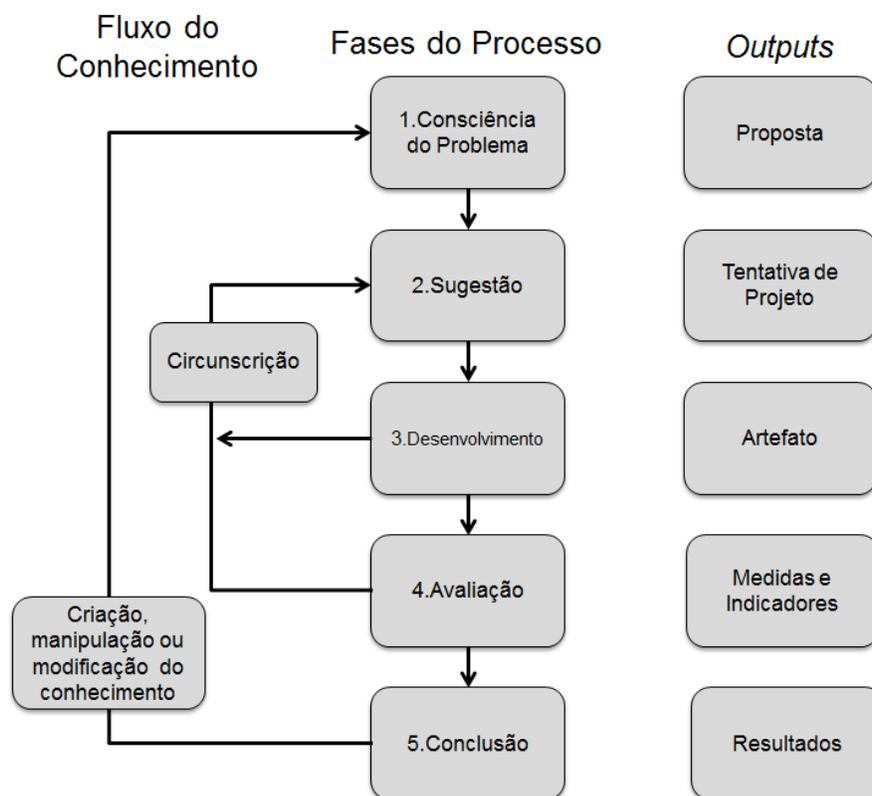
Fonte: VAISHNAVI; KUECHELER (2007)

Nesta pesquisa o artefato gerado (construído) foi um método. O método gerado nesta pesquisa teve como base um método já existente, portanto procurou-se manter a característica relacionada a um conhecimento tácito baseado em um conhecimento teórico. Houve também uma interação significativa entre o pesquisador e os profissionais das empresas envolvidas.

O objetivo principal deste método foi gerar um passo a passo para implantação do trabalho padronizado em um serviço de construção.

Vaishnavi e Kuecheler (2007) apresentam um roteiro para aplicação da Design Science Research baseado em 5 fases que podem ser identificadas na Figura 3.1:

Figura 3.1 – Estrutura geral da Design Science Research



Fonte: VAISHNAVI; KUECHELER (2007)

A DSR é algumas vezes chamada de "*improvement research*". Tal fato se deve a ênfase dada à solução do problema ou melhora no desempenho de

uma atividade. O processo inicia com a fase “Consciência do problema”. O *output* desta fase é uma proposta para que um novo esforço de pesquisa seja desenvolvido.

A solução de um problema na área de pesquisa é projetada a partir de um conhecimento ou de uma teoria, esta é a fase “Sugestão” (fase 2). O *output* desta fase é uma tentativa de projeto que deve ser baseada na proposta identificada na fase 1 (VAISHNAVI; KUECHELER, 2007).

Uma tentativa de implantação da solução sugerida é executada em seguida. Esta é a terceira fase, denominada “Desenvolvimento”. Tem-se o artefato final, já testado, como *output* desta fase (VAISHNAVI; KUECHELER, 2007).

O sucesso parcial ou completo da implantação é posteriormente avaliado. Esta é a fase quatro “Avaliação”. Nesta fase são gerados indicadores e medidas que podem ser qualitativos e/ou quantitativos, assim como os desvios das expectativas em relação a estes resultados devem ser observados nesta fase.

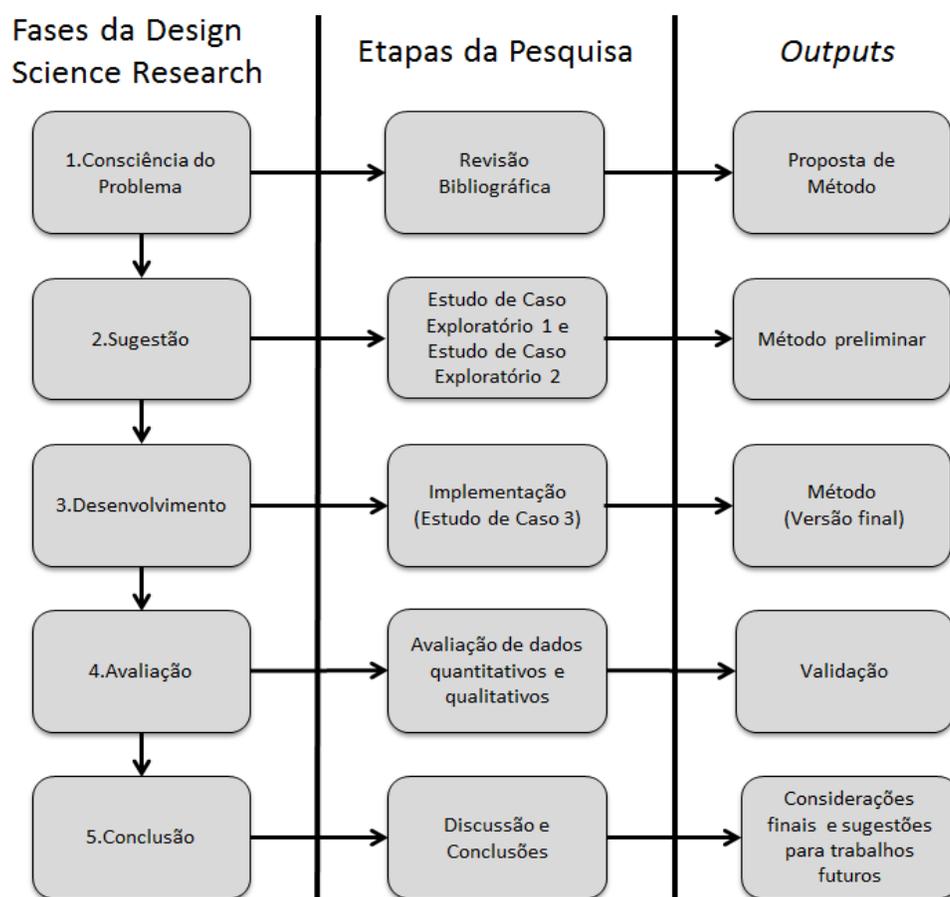
A última fase é a “Conclusão” que indica a finalização de um projeto. O *output* desta etapa é o resultado final, ou seja, o conhecimento adquirido em todas as fases anteriores (VAISHNAVI; KUECHELER, 2007).

“Desenvolvimento”, “Avaliação” e “Sugestão” estão muitas vezes de forma interativa sendo realizadas ao longo da pesquisa. A base dessa interação está apresentada no fluxo da seta que envolve as três fases mencionadas, as quais voltam para a fase “Consciência do problema”. Este é o processo da “Circunscrição”. A produção de um novo conhecimento é ilustrada pela Figura 3.1, tanto no processo de “Circunscrição”, quanto no processo de “Criação, manipulação ou modificação do conhecimento” (VAISHNAVI; KUECHELER, 2007).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Neste item são apresentadas as diversas etapas da pesquisa, as questões de pesquisa que guiam cada etapa e a relação destas etapas de pesquisa com cada fase da Design Science Research (DSR). A Figura 3.2 ilustra as etapas da pesquisa, as fases da DSR e os *outputs* de cada etapa:

Figura 3.2 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Próprio autor

Seguem nos subitens a seguir os detalhes de cada uma destas fases da DSR.

3.2.1 Fase 1 – Consciência do Problema

A primeira fase a ser abordada foi a “Consciência do problema”. Como produto final desta fase obteve-se o método de aplicação do trabalho padronizado de Rother e Harris (2002). A etapa de pesquisa desta fase da DSR foi a Revisão Bibliográfica, realizada durante o segundo semestre de 2010, mais precisamente de agosto a dezembro desse ano.

Nesta etapa foi realizado um amplo levantamento bibliográfico, primeiramente em literaturas relacionadas ao contexto da manufatura e posteriormente em pesquisas inerentes ao ambiente construído. Ainda nesta etapa realizou-se um curso sobre trabalho padronizado no Lean Institute Brasil.

A questão de pesquisa que guiou esta etapa foi:

Qual método existente para a implantação do TP tem maior potencial de aplicação em serviços de construção?

3.2.2 Fase 2 – Sugestão

A fase “Sugestão” foi realizada com intuito de adaptar o método encontrado na manufatura. Esta fase teve duas etapas de pesquisa: o estudo de caso exploratório 1 e o estudo de caso exploratório 2. No estudo de caso exploratório 1 a pergunta que norteou a pesquisa foi:

Como adaptar este método para o contexto da construção?

Já no estudo de caso exploratório 2 o principal objetivo foi avaliar a aplicabilidade do TP em serviços que utilizam máquinas na construção civil. Nesta etapa a pergunta da pesquisa mudou para:

Este método pode ser aplicado em um serviço de construção no qual se utiliza máquina?

Ao final destes casos foi gerado um método preliminar para aplicação do TP em serviços de construção. Este método consiste em um fluxograma e um quadro explicando o passo a passo das etapas.

Nos itens a seguir seguem a descrição da empresa, obra e o escopo do estudo de cada caso exploratório. A Empresa A e Obra A são referentes ao estudo de caso exploratório 1 e a Empresa B e a Obra B são referentes ao estudo de caso exploratório 2.

3.2.2.1 Empresa A – Estudo de Caso Exploratório 1

A empresa A é uma prestadora de serviços que realiza serviços de acabamento na cidade de Belém-PA.

Possui cerca de trinta funcionários, entre ajudantes, pedreiros e encarregados.

Esta empresa tem dez anos de atuação no mercado de prestação de serviços em obras residenciais e comerciais, sendo sua atuação preponderantemente em obras privadas.

A empresa A foi avaliada pela incorporadora que a contratou como estável e de boas práticas no mercado.

3.2.2.2 Obra A – Estudo de Caso Exploratório 1

A obra A é um edifício residencial de 22 pavimentos tipos, sendo quatro apartamentos de 155 metros quadrados por andar. O edifício possui vários itens de lazer, três vagas de garagem por apartamento e é situado em uma área nobre da cidade de Belém.

O empreendimento possui vários serviços subempreitados. Um dos poucos serviços executados pela incorporadora e construtora que gerencia o empreendimento foi a estrutura convencional.

A incorporadora e construtora é uma das líderes do mercado de incorporação e construção do Brasil. Esta empresa atua em mais de 136 cidades e em 22 estados do país, além do Distrito Federal.

A Figura 3.3 mostra uma foto frontal da obra A.

Figura 3.3 – Vista frontal da obra A



Fonte: Próprio autor

3.2.2.3 Escopo do estudo – Estudo de Caso Exploratório 1

Tendo como base a revisão bibliográfica feita no segundo semestre de 2010 e o curso de trabalho padronizado realizado em setembro de 2010, realizou-se o estudo exploratório.

As perguntas e passos do método de Rother e Harris (2002) foram adaptados antes de iniciar o estudo. A coleta de dados foi realizada em três dias, durante a segunda semana de janeiro de 2011.

No primeiro dia foi realizada uma visita à obra acompanhada pelo engenheiro, encarregado e estagiário da incorporadora, onde foram apresentados os serviços que estavam sendo executados no canteiro. Neste dia foi definido o serviço o qual seria a base para o estudo. O dia seguinte foi dedicado para acompanhamento, cronometragem dos serviços realizados pelo pedreiro durante a atividade de assentamento de porcelanato no piso, assim como foi preenchida a folha de estudo de processo no turno. No último dia foi realizada uma gravação em vídeo do processo de assentamento focando a execução de dez ciclos (dez porcelanatos assentados) com intuito de analisar os elementos de trabalho presentes nesta atividade.

O processamento e a análise dos dados foram realizados de fevereiro a junho de 2011. Também foram adaptados alguns documentos do trabalho padronizado para o contexto da construção, como: gráfico de balanceamento do operador, diagrama de trabalho padronizado, tabela combinada do trabalho padronizado e diagrama de espaguete.

Vale ressaltar que as proposições deste estudo exploratório não foram aplicadas nesta obra. Este estudo foi realizado como intuito de avaliar o potencial de aplicação do trabalho padronizado no contexto do ambiente construído.

3.2.2.4 Empresa B – Estudo de Caso Exploratório 2

A empresa B foi fundada em 1980 com foco na incorporação de imóveis e atualmente tem empreendimentos sendo construídos em 64 cidades em dezenove Estados do Brasil. No ano de 2012 expandiu o segmento para *shopping centers*. O principal motivo para a empresa B participar deste estudo foi à possibilidade de melhoria de produtividade nos serviços construtivos estudados.

3.2.2.5 Obra B – Estudo de Caso Exploratório 2

A obra B é composta por três torres de quatro pavimentos cada uma com apartamentos de 87 metros quadrados e 2 torres de catorze pavimentos cada uma com apartamentos de 136 metros quadrados com varanda *gourmet*. Cada apartamento possui duas vagas de garagem. As áreas comuns possuem diversos itens de lazer (churrasqueira, salão de jogos, salão de festas, *fitness*, *playground*, sauna, *deck* molhado, espaço *gourmet* entre outros). O empreendimento B é situado em uma área nobre da cidade de Campinas-SP, próximo a um *shopping center*, universidades e colégios.

No período em que ocorreu a pesquisa, a obra encontrava-se na etapa de fundação (cravação de estacas Franki).

A Figura 3.4 mostra uma foto da obra B.

Figura 3.4 – Foto da obra B



Fonte: Próprio autor

3.2.2.6 Escopo do estudo – Estudo de Caso Exploratório 2

Este estudo foi realizado durante as duas primeiras semanas do mês de dezembro de 2011.

A coleta de dados foi realizada em seis dias, durante a primeira e segunda semana de novembro de 2011.

No primeiro dia foi realizada uma visita à obra acompanhada pela estagiária e encarregado da obra, onde foi apresentado o canteiro de obras, a empresa, restrições quanto à segurança e o cronograma da obra.

Nos dias seguintes foram realizadas entrevistas com alguns funcionários e coleta de dados do serviço de execução de estaca Franki.

No último dia foi filmada a execução de vários ciclos repetitivos de concretagem da estaca Franki para analisar o ciclo deste serviço.

De novembro de 2011 a janeiro de 2012 os dados foram processados e analisados. Ao final desta etapa foram feitas algumas proposições de melhorias no serviço.

Nenhuma das proposições deste estudo foi aplicada na obra, pois após o final desta análise o serviço já estava sendo finalizado, entretanto em obras futuras talvez a empresa utilize algumas destas proposições. Neste estudo somente foi avaliado o potencial de aplicação do trabalho padronizado em um serviço de construção que utiliza maquinário. Ao final deste estudo juntamente com análise feita no estudo de caso exploratório 1 gerou-se um método preliminar (produto desta etapa) para que pudesse ser validado ou não na etapa seguinte.

3.2.3 Fase 3 – Desenvolvimento

A terceira fase da DSR foi denominada “Desenvolvimento”. Nesta fase testou-se na prática o método preliminar gerado na fase anterior com intuito de avaliá-lo e adaptá-lo para um método definitivo. A etapa de pesquisa desta fase foi denominada “Implantação”. A pergunta que guiou esta etapa foi:

Qual a aplicabilidade deste método em um serviço real de construção?

Nos subitens a seguir são apresentadas algumas informações referentes à empresa, a obra e o escopo do estudo em que foi submetida esta etapa da pesquisa.

3.2.3.1 Empresa C – Estudo de Caso 3

A empresa C possui mais de trinta anos no mercado imobiliário cearense, principalmente na cidade de Fortaleza. Desde 1998 obteve a certificação ISO-9001, desde 2004 implementa a filosofia *lean* em seus canteiros de obra e em 2010 tornou-se membro do U.S. Green Building Council.

A principal motivação de participação desta empresa na pesquisa foi o constante treinamento de seus funcionários sobre o *Lean Thinking* e o objetivo contínuo de aumento de produtividade.

3.2.3.2 Obra C – Estudo de Caso 3

A obra C é composta por duas torres de 23 pavimentos com 2 apartamentos de 181 metros quadrados por andar. Cada apartamento possui três vagas de garagem. Este empreendimento possui diversos itens de lazer e alguns itens de sustentabilidade (reaproveitamento de água pluvial, coleta seletiva, tecnologias economizadores entre outros).

A obra C possui aplicação de algumas ferramentas *lean*, como: *kanban* e *andon*. Também utilizam o *Last Planner System* para controlar a execução das atividades.

As Figuras 3.5 e 3.6 ilustram algumas destas ferramentas.

Figura 3.5 – *Andon* da obra C



Fonte: Próprio autor

Figura 3.6 – Quadro gerenciador de *Kanbans* da obra C

DIA	SEG.	TER.	QUA.	QUI.	SEX.	SAB.
HORA						
08:00hs	10					
10:00hs						
13:00hs						
15:00hs						

Fonte: Próprio autor

A Figura 3.7 ilustra a vista frontal da obra C:

Figura 3.7 – Vista frontal da obra C



Fonte: Próprio autor

3.2.3.3 Escopo do estudo – Estudo de Caso 3

Este estudo foi realizado durante as três primeiras semanas do mês de janeiro de 2012.

A coleta de dados foi realizada em oito dias durante a primeira e segunda semana de janeiro de 2012.

No primeiro dia foi realizada uma visita à obra acompanhada pela estagiária e engenheiro da obra, onde foi apresentado o canteiro de obras, a empresa, as restrições quanto a segurança e algumas práticas e ferramentas gerenciais da empresa. No segundo e terceiro dia de pesquisa foi definido o serviço e os dados foram coletados. No quarto e quinto dia, os dados foram analisados e elaborados alguns documentos do TP e alguns gráficos para serem apresentados para a estagiária, os engenheiros e coordenador de logística da obra.

No sexto dia foi realizada uma reunião com a estagiária, os engenheiros e coordenador de logística da obra para apresentar os dados coletados. Ainda na reunião foram propostas contramedidas para os problemas e elaborado um plano para implantação dessas ações.

No sétimo dia da pesquisa foram implementadas algumas destas contramedidas planejadas e foi dado um prazo de uma semana para que fosse feito uma nova coleta de dados com intuito de verificar se houve melhorias.

No último dia da pesquisa foram coletados os mesmos dados que haviam sido coletados no segundo e terceiro dia.

De fevereiro a maio de 2012 os dados foram processados, analisados e comparados antes e após a intervenção. Ao final desta análise, foi gerado a versão final deste método.

3.2.4 Fase 4 – Avaliação

Na fase da DSR denominada “Avaliação” foi realizada uma discussão da aplicação da versão final do método, dos documentos e ferramentas do TP.

A pergunta que guiou esta etapa foi:

Qual a avaliação final deste método aplicado em um serviço de construção?

O produto final desta etapa foi a validação após a avaliação final.

3.2.5 Fase 5 – Conclusão

Na última fase (Conclusão) foram feitas as discussões finais. A etapa da pesquisa nesta fase foi “Discussões e Conclusões”. Como produto desta etapa foram feitas as considerações finais e sugestões para trabalho futuros (outputs desta etapa).

A pergunta que guiou esta etapa foi:

Qual a avaliação final do método e como o mesmo pode ser melhorado?

3.3 FONTES DE EVIDÊNCIAS, INSTRUMENTOS DE COLETA, DADOS COLETADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Yin (2005) ao se usar múltiplas fontes de evidências na pesquisa tem-se uma maior confiabilidade. O Quadro 3.2 mostra as fontes de evidências, instrumentos de coletas de dados, dados coletados e como estes dados serão analisados nesta pesquisa.

Resolveu-se coletar estes dados com base em alguns benefícios conseguidos com a aplicação do trabalho padronizado na manufatura já citados no item 1.1 deste trabalho.

Quadro 3.2 – Fontes de evidências, instrumentos de coletas, dados coletados e análise dos dados

Fontes de Evidências	Instrumento de coleta de dados	Dados coletados	Análise dos dados
Entrevista com o engenheiro, documentos da construtora e observação participante	Questionário semi estruturado, folha de estudo de processo e diagrama de espaguete	Produtividade dos funcionários envolvidos	Análise qualitativa das anotações. Comparativo dos documentos da construtora e dos gráficos gerados pela FEP antes e depois da implantação do TP
Entrevista com encarregado/mestre envolvido e observação participante	Folha de estudo de processo e diagrama de espaguete	Desperdícios nos serviços	Comparativo dos gráficos gerados pela FEP antes e depois da aplicação do TP. Análise das anotações do pesquisador.

Fonte: Próprio autor

4 RESULTADOS

4.1 PROPOSTA DE MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO

Para nortear este estudo, seguiu-se o método proposto por Rother e Harris (2002), que traz algumas peculiaridades relativas ao contexto da manufatura não aplicáveis ao contexto da construção. Portanto, adaptaram-se as perguntas e passos deste método para o contexto da construção.

O Quadro 4.1 apresenta uma adaptação das perguntas e passos do TP da manufatura para o contexto da construção.

Quadro 4.1 – Adaptação das perguntas e passos do TP da manufatura para a construção

Perguntas de Rother e Harris (2002)	Adaptação para a construção
1-Você escolheu os produtos finais adequados	1-Escolher serviço
2-Qual é o <i>takt time</i> ?	2-Definir o <i>takt</i>
3-Quais são os elementos de trabalho para se fazer um item?	3-Coletar atividades fora do ciclo
4-Qual é o tempo real necessário para cada elemento de trabalho?	4-Coletar elementos de trabalho do ciclo
5-Seu equipamento pode operar de acordo com o <i>takt time</i> ?	5-Verificar se a máquina pode operar de acordo com o <i>takt</i> e ajustar se necessário
6-Qual o nível de automação?	
7-Como organizar o processo físico para que uma pessoa possa fazer um item da maneira mais eficiente possível?	6-Organizar <i>layout</i> de trabalho
8-Quantos operadores são necessários para atender o <i>takt time</i> ?	7-Calcular quantos funcionários são necessários
9-Como distribuir o trabalho entre os operadores?	8-Distribuir o trabalho entre os funcionários
10-Como você vai programar o processo puxador?	
11-Como o processo puxador reagirá às mudanças da demanda do cliente?	-
12-Planejamento e implantação*	9-Implementar
13-Manutenção e incorporação de melhorias*	10-Manter e melhorar

Fonte: Próprio autor

Obs.: Os dois últimos itens do método de Rother e Harris (2002) não são em forma de perguntas. Os referidos autores apresentam ao final do manual este dois itens em formato descritivo. As perguntas 10 e 11 não foram adaptadas para o contexto da construção, pois não se adéquam.

4.2 ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO 1

4.2.1 Aplicação do método proposto em um serviço de execução de porcelanato

Para a realização deste estudo, seguiu-se a adaptação das perguntas e passos apresentados no Quadro 4.1, porém as etapas de aplicação 10 (implementar) e 11 (manter e melhorar) não foram abordadas neste estudo de caso exploratório. Além disso, a etapa 5 também não foi adotada, pois o serviço escolhido era basicamente manual. Seguem as etapas de aplicação do método:

a) Etapa 1: Escolher serviço

O serviço escolhido foi a execução de porcelanato no piso¹³. Para a escolha deste serviço levaram-se em consideração as seguintes características: alta repetição durante a execução do seu ciclo e boa disponibilidade de materiais, mão-de-obra e máquinas.

b) Etapa 2: Definir o takt

O *takt time* na manufatura é definido pela seguinte fórmula (ROTHER; HARRIS, 2002):

$Takt\ time = \text{tempo de trabalho disponível} / \text{demanda do cliente por turno}$

Para este caso o *takt time* é extraído do cronograma da obra. O mesmo estabelecia 9,5 meses para um total de 88 apartamentos, portanto o *takt* foi **2,27 dias/apto**, consideraram-se 21 dias úteis/mês. A obra trabalha em um regime de 9 horas de trabalho de segunda a quinta e na sexta 8 horas, resultando em uma média de 8,8 horas/dia trabalhado. Um apartamento tem 934 peças de porcelanatos e o tempo disponível para executá-lo é 2,27 dias trabalhados, ou 71.913 s (2,27 x 60 x 60 x 8,8), o que gera um *takt* de **77 seg./porcelanato** (71.913 s /934 porcelanatos).

¹³ Não se considerou o serviço de rejuntamento.

Neste caso, adotou-se o tamanho do lote como sendo uma peça de porcelanato para que se possam analisar com maior profundidade os desperdícios ocorridos em cada subprocesso durante o assentamento de porcelanato.

c) Etapa 3: Coletar atividades fora do ciclo

A primeira ação foi detalhar as atividades executadas pelo pedreiro em um turno de trabalho. Para tanto se utilizou uma planilha que consiste em uma simplificação da FEP¹⁴. Parte dessa planilha segue no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Trechos da folha de estudo de processo em um turno (Caso 1)¹⁵

Período	Horário	Intervalo	Atividade Executada pelo Pedreiro	Observação
Manhã (início do trabalho)	07:00:00	00:02:49	-	-
	07:02:49	00:09:21	Esperou por espaçadores	Horário que tocou o sinal para início dos serviços no canteiro
	07:12:10	00:02:51	Conversou com outros funcionários	Ficou esperando em frente ao almoxarifado da empresa
	07:15:01	00:02:57	Caminhou do almoxarifado ao posto de trabalho	-
Manhã (meio do período)	09:14:16	00:00:54	Movimentou-se entre ciclo ¹⁶	-
	09:15:10	00:06:08	Parou para cortar porcelanato	-
	09:21:18	00:03:20	Executou 18º ciclo	-
	09:24:38	00:02:05	Movimentou-se entre ciclo	-
	09:26:43	00:02:39	Executou 19º ciclo	-
Tarde (final do trabalho)	15:55:57	00:00:59	Movimentou-se entre ciclo	-
	15:56:56	00:00:04	Executou 105º ciclo	-
	15:57:00	00:02:19	Percebeu que a argamassa não ia dar para assentar último porcelanato	-
	15:59:19	00:00:41	Guardou suas ferramentas	-
	16:00:00	-	-	-

Fonte: Próprio autor

Legenda: □ Execução de atividade do ciclo e ■ Execução de atividade fora do ciclo

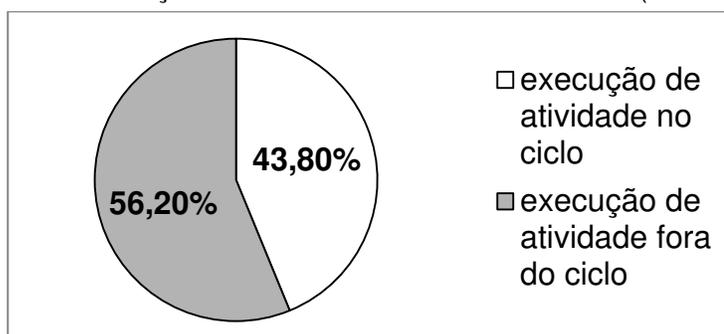
¹⁴ A aplicação típica da Folha de Estudo de Processo (FEP) no ambiente de manufatura foca as atividades de um ciclo repetitivo, havendo situações em que ela é aplicada para análise de um turno. No caso estudado optou-se por utilizar tanto a análise para o turno todo (etapa 3), quanto no ciclo repetitivo de assentamento de uma peça de porcelanato (etapa 4).

¹⁵ A versão completa deste documento encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

¹⁶ Não se conseguiu coletar todos os serviços relativos a deslocamento que acontecia entre os ciclos de assentamento de porcelanatos. Portanto, de um modo geral, observou-se nestes períodos de tempo as seguintes atividades: pegar argamassa, deslocar balde de água, deslocar argamasseira, pegar caixas de porcelanato, abrir caixas de porcelanato, movimentar para assentar outro porcelanato, deslocar material, equipamento e equipe para outro compartimento, pegar espaçadores em porcelanato já assentado para reaproveitar em outros e deslocar-se até o riscador ou serra circular.

Os dados da planilha foram coletados em um período de trabalho de 8 horas¹⁷. Deste modo, foram coletados dados no período da manhã (07:00 às 12:00 h) e da tarde (13:00 às 16:00 h). A Figura 4.1 mostra a porcentagem em relação ao tempo gasto na realização de atividades dentro e fora do ciclo.

Figura 4.1 – Distribuição das atividades dentro e fora do ciclo (Caso 1)



Fonte: Próprio autor

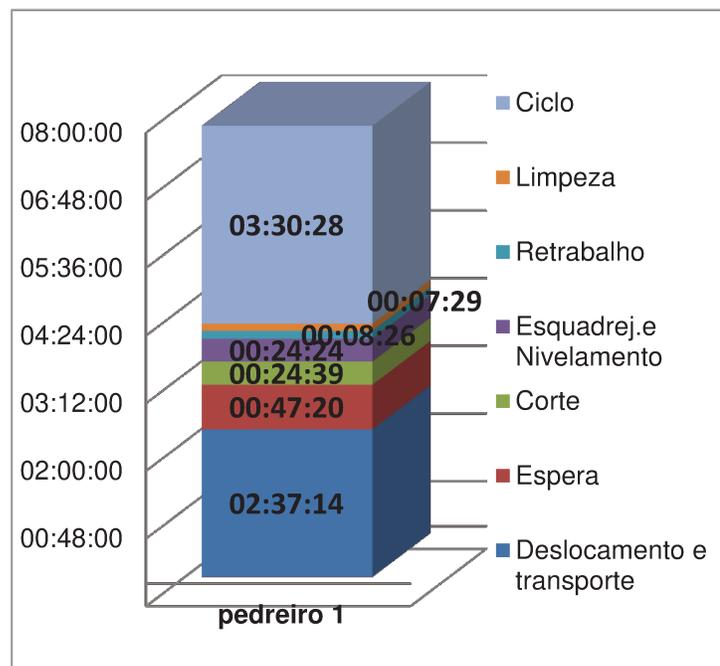
Pode-se perceber ao analisar a Figura 4.1, que 43,8% (03h30min28s) do tempo do pedreiro foram empregados na realização de atividades do ciclo e 56,2% (04h29min32s) com a realização de atividades fora do ciclo.

As atividades que foram consideradas como ciclo são as atividades que são inerentes ao assentamento e que serão discutidas com maior profundidade no item posterior. Já as atividades fora do ciclo são atividades que não agregam valor, são estas: espera, retrabalho, deslocamento, transporte, corte, limpeza, esquadreamento e nivelamento. Resolveu-se diferenciar deslocamento e movimentações para que não haja confusão no entendimento, sendo assim, optou-se neste trabalho por adotar o termo movimentação para atividades que agregam valor, ou seja, movimentos que são necessários para executar uma atividade de valor agregado, e adotou-se deslocamento para atividades nas quais o funcionário se desloca sem que seja necessário a execução de uma atividade de valor agregado.

¹⁷ O dia observado foi uma sexta feira, com total de oito horas trabalhadas.

Ao adotar a classificação de trabalho usada por Ohno (1997)¹⁸, pode-se considerar que as atividades de espera, retrabalho, deslocamento e transporte são desperdícios, já as atividades de corte, limpeza, esquadrejamento e nivelamento são trabalhos incidentais. Nesta etapa serão abordadas somente as atividades fora do ciclo. Para uma maior discussão sobre as atividades que ocorriam fora do ciclo, foi feito um Gráfico de Balanceamento de Operador no turno (Figura 4.2), baseado na FEP do turno. Observa-se na Figura 4.2 que das atividades fora de ciclo a que apresenta um maior percentual é o deslocamento e transporte (32%). A atividade de espera também apresenta um percentual razoável, aproximadamente 10%. O Quadro 4.3 mostra análise acurada das atividades.

Figura 4.2 – Gráfico de balanceamento do operador no turno (estado atual)



Fonte: Próprio autor

No Quadro 4.3 segue uma análise descritiva de cada uma das atividades realizadas fora do ciclo.

¹⁸ Segundo Ohno (1997) divide o trabalho em três categorias:

- Agregam valor: movimentos diretamente necessários para a fabricação de um produto
- Trabalho incidental: movimentos que os operadores têm de realizar para a fabricação de um produto, mas que não agregam valor do ponto de vista do cliente.
- Desperdício: ações que não agregam valor e que podem ser eliminadas.

Ao analisar o Quadro 4.3, percebe-se que algumas atividades podem ser eliminadas ou atenuadas e repassadas para o ajudante, como: retrabalho, espera, deslocamento, transporte, limpeza e corte, outras atividades podem ser mantidas com o pedreiro, como: esquadrejamento e nivelamento.

Poderia ser definido um trabalho padronizado para o ajudante, entretanto não se cronometrou o tempo de trabalho do mesmo. As atividades de corte, esquadrejamento, nivelamento, deslocamento e transporte deveriam ser realizados pelo ajudante conforme mencionado no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Análise descritiva das atividades realizadas fora do ciclo (Caso 1)

Tempo desperdiçado	Categoria	Descrição	Contramedidas a ser adotadas
02:37:14	Deslocamento e transporte	Observa-se que o deslocamento (deslocamento do pedreiro) e transporte são atividades que mais consumiram tempo do pedreiro, 32% de seu tempo total de trabalho. Somente o deslocamento e transporte entre ciclos consomem 25% do tempo total do pedreiro. Geralmente este desperdício ocorreu por ausência do ajudante no momento, visto que o mesmo estava auxiliando dois pedreiros em andares diferentes.	Como alternativa para aumentar a produtividade do pedreiro, todas as atividades de deslocamento e transporte desnecessário podem ser atenuadas ou eliminadas através da melhoria do <i>layout</i> de trabalho (etapa 6). Ainda pode-se acrescentar a colocação de rodinhas na bancada da serra circular para que esta possa ser transportada pelo pavimento, pois anteriormente esta bancada ficava fixa no pavimento.
00:47:20	Espera	A atividade de espera consumiu 47 minutos do tempo do pedreiro, sendo que deste tempo, mais de 70% foi registrado antes do início das atividades, ou seja, aproximadamente 15 minutos antes de iniciar o trabalho pela manhã e 19 minutos após o almoço. Sendo que pela manhã, ele ficou esse tempo esperando para receber os espaçadores e pelo turno do tarde ele não teve motivo aparente para não chegar ao posto no horário.	Organização do almoxarifado da empresa visando melhorar a entrega de materiais e equipamentos, e maior controle sobre os funcionários após o período do almoço.
00:24:39	Corte	Na atividade de corte, pôde ser notado em campo que não havia um plano de corte, de tal forma que ficava a cargo do pedreiro quando ele devia fazer um arremate.	O ajudante também poderia ser treinado para executar este tipo de atividade. Como uma alternativa poderia ser elaborado um plano de corte.

Fonte: Próprio autor

Quadro 4.3 – Análise descritiva das atividades realizadas fora do ciclo (Caso 1)
(*contin.*)

00:24:24	Esquadrejamento e nivelamento	A atividade de esquadrejamento e nivelamento é uma atividade técnica e que o pedreiro realizou somente para iniciar os serviços no apartamento. Esta atividade consome 24 minutos de seu tempo.	Por ser uma atividade mais técnica, optou-se por deixar esta atividade com o pedreiro.
00:08:26	Retrabalho	Houve 3 porcelanatos quebrados durante o dia. Destes, 2 foram na atividade de corte.	Plano de corte e treinamento dos funcionários poderia minimizar os retrabalhos.
00:07:29	Limpeza	Geralmente esta atividade era de curta duração e realizada antes do pedreiro começar a assentar porcelanatos em um cômodo. duração.	Esta atividade deveria ser incorporada aos serviços do ajudante.

Fonte: Próprio autor

d) Etapa 4: Coletar elementos de trabalho do ciclo

Para coletar os dados das atividades do ciclo, utilizou-se a folha de estudo de processo. A Figura 4.3 mostra a folha de estudo de processo com os dados coletados *in loco*.

Após o preenchimento da FEP chegou-se a um tempo de ciclo de 54 segundos, levando em consideração o critério de adotar o menor tempo repetitivo.

Ao observar a FEP, pode-se dizer que a abordagem do *kaizen* no papel também pode ser feita através da eliminação dos desperdícios mostrados nas observações da FEP.

Na Figura 4.2 observa-se o tempo gasto na execução de atividades de ciclo de assentamento de 03h30min28s, sendo que foram executados 105 ciclos de assentamento de porcelanato, portanto a média de tempo empregado no assentamento de uma peça de porcelanato foi de 1 minuto e 51 segundos (03h30min28s/105). Se compararmos este valor com os 54 segundos do tempo de ciclo obtido na FEP, pode-se considerar que 54% (01h53min39s) do atual tempo que é consumido pelas atividades do ciclo podem ser eliminados, ou seja, para executar os 105 porcelanatos seria necessário somente 01h36min49s.

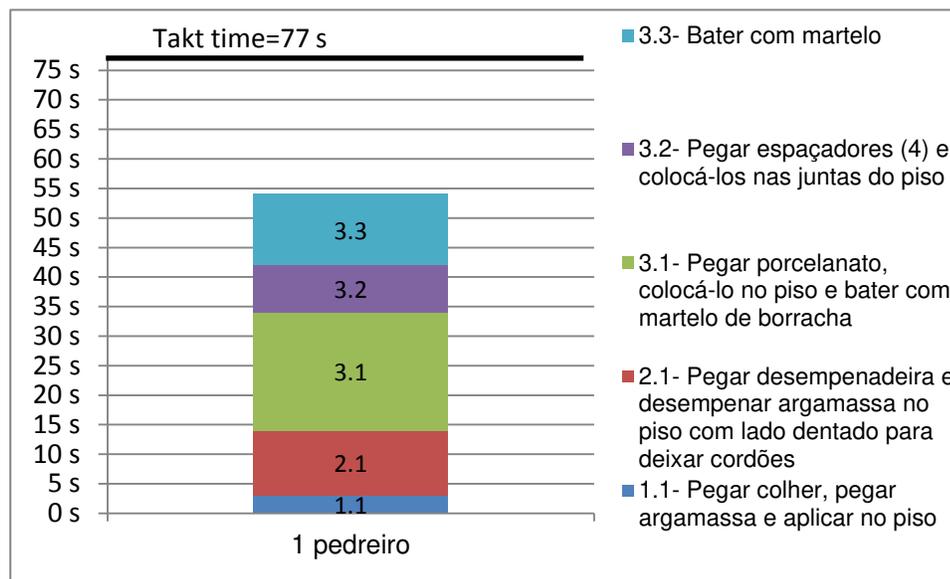
Figura 4.3 – Folha de estudo de processo (assentamento de porcelanato)

Folha de estudo do processo													
Estudo do Processo	Processo: Assentamento de porcelanato no piso	Realizado por: Renato Mariz										Data/Hora: 07/01 às 09:05 hrs	1
Etapas do processo	Funcionário: Pedreiro Peterson	Tomada de tempos										Menor Repetitivo	Observações*
	Elemento de Trabalho												
1- Aplicar argamassa no piso	1.1- Pegar colher, pegar argamassa e aplicar no substrato	4 s	3 s	4 s	3 s	3 s	5 s	5 s	3 s	3 s	8 s	3 s	
2- Desempenar a argamassa	2.1- Pegar desempenadeira e desempenar argamassa no piso com lado dentado para deixar cordões	15 s	13 s	17 s	16 s	25 s*	41 s*	11 s	22 s	11 s	28 s	11 s	Porcelanato estava a 3 metros do pedreiro.
3- Assentar o porcelanato no piso	3.1- Pegar porcelanato, colocá-lo no piso e bater com martelo de borracha	12 s	20 s	27 s	20 s	21 s	42 s*	23 s	26 s	51 s*	27 s	20 s	Contrapiso irregular nesta área e acabaram espaçadores; então retirou de porcelanatos já assentados.
	3.2- Pegar espaçadores (4) e colocá-los nas juntas do piso	8 s	9 s	8 s	9 s	9 s	16 s	11 s	18 s	13 s	9 s	8 s	
	3.3- Bater com martelo	2 s	5 s	12 s	6 s	12 s	1 s*	26 s	25 s	15 s	16 s	12 s	Empurrou com a mão.
Total		41 s	50 s	68 s	54 s	70 s	105 s	76 s	94 s	93 s	88 s	54 s	

Fonte: Próprio autor

Através dos dados gerados pela FEP, elaborou-se o gráfico de balanceamento de operador atual (Figura 4.4). Este mostra os elementos de trabalho do assentamento do porcelanato em relação ao *takt time*.

Figura 4.4 – Gráfico de balanceamento do operador atual (ciclo)



Fonte: Próprio autor

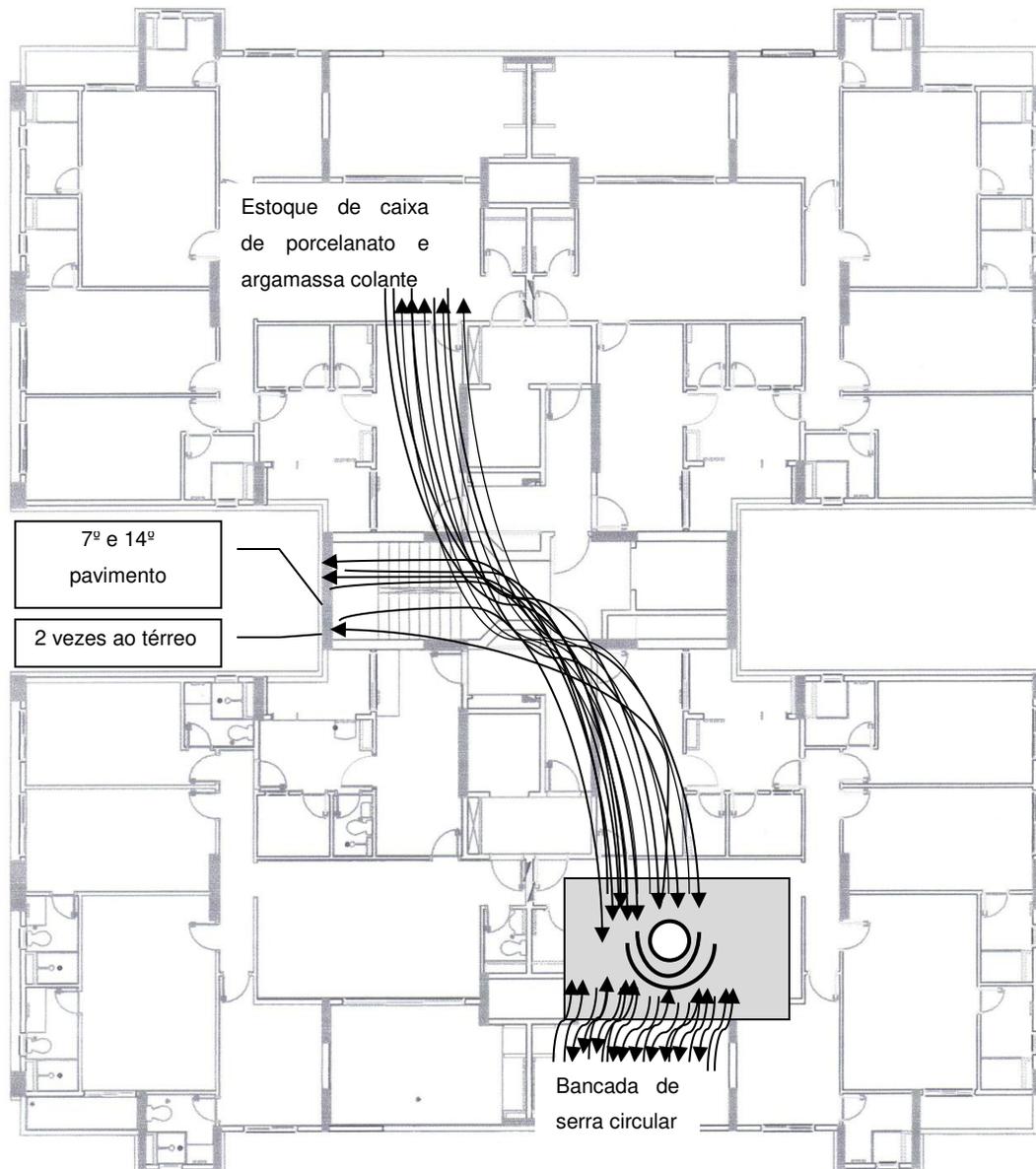
Pode-se perceber ao analisar a Figura 4.4 que o tempo de ciclo do pedreiro ficou abaixo do *takt time*. Na etapa 7 (item 4.2.1.f) será proposto um novo GBO para que se possam atingir melhorias no estado futuro.

e) Etapa 6: Organizar layout de trabalho

Como já mencionado anteriormente (item 4.2.1) a atividade estudada não utilizava máquinas. Portanto, não houve a etapa 5.

Na etapa 6 foi elaborado um diagrama de espaguete (Figura 4.5). Este diagrama evidenciou os desperdícios com transporte e deslocamento ocorridos no 6º pavimento. Pode-se observar ao analisar o diagrama de espaguete, que as caixas de porcelanato se encontravam em um compartimento que ficava distante do apartamento no qual o pedreiro estava assentando o porcelanato.

Figura 4.5 – Diagrama de espaguete do 6º pavimento observado em um cômodo



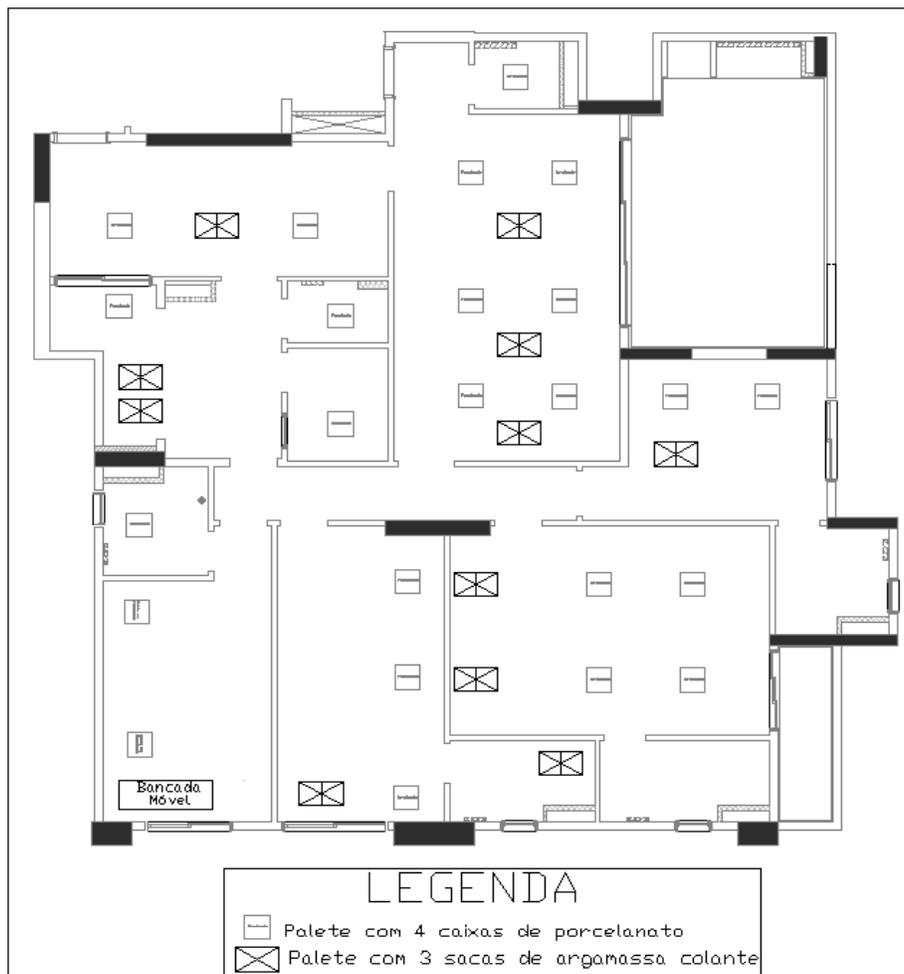
Fonte: Próprio autor

Observa-se ainda que o pedreiro teve de ir ao 14º pavimento procurar a argamasseira para dosar a argamassa. Foi também ao 7º pavimento ligar a extensão, pois o seu pavimento (6º) não apresentava tomadas. O pedreiro ainda foi 2 vezes ao pavimento térreo, uma para almoçar (desconsiderada no diagrama de espaguete) e outra para buscar o capacete que esqueceu após o almoço, além

disso, deslocou-se bastante para fazer corte nos porcelanatos, já que a bancada da serra circular era fixa na varanda.

Por estimativa calculou-se a distância percorrida em um dia de trabalho, somente com atividades realizadas fora do ciclo de 529 m (desconsiderou-se o deslocamento até o posto de trabalho, a saída ao final do expediente e movimentações na realização no ciclo). Muito do tempo desperdiçado com deslocamento e transporte poderia ser atenuado através de uma organização do *layout* do apartamento por meio da utilização de um estoque padrão para o porcelanato e argamassa. Com esse intuito, foi elaborado um *layout* para estocar a argamassa e o porcelanato, como mostra a Figura 4.6.

Figura 4.6 – Layout projetado para disposição do material e bancada móvel



Fonte: Próprio autor

f) Etapa 7: Calcular quantos funcionários são necessários

Quando o estudo foi realizado, a construtora que estava executando o serviço de assentamento de porcelanato tinha 3 equipes de 2 pedreiros e 1 ajudante.

Cada equipe estava finalizando 1 apartamento em 3 dias, ou seja, cada apartamento ficava pronto em 1 dia. Valor este abaixo do *takt* que é 2,27 dias/apartamento.

De acordo com Rother e Harris (2002) a fórmula para dimensionar a quantidade de funcionários é:

$$\text{Soma dos elementos de trabalho (após } kaizen \text{ no papel) / } takt \text{ time} = \\ (54) / 77 = 0,70 \text{ pedreiro}$$

Assim sendo, os dados indicam que somente 1 pedreiro (arredondou-se o valor de 0,70 para 1 de acordo com o critério de Rother e Harris, 2002) seria necessário para executar o serviço que foi feito por 6 pedreiros.

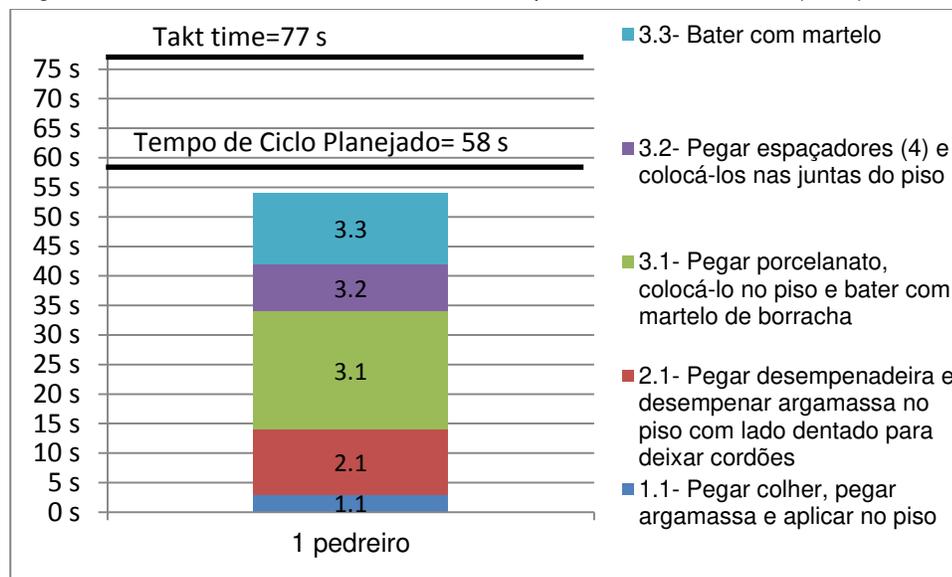
Foi elaborado o GBO para o estado futuro (Figura 4.7) que também ilustra o TCP (Tempo de Ciclo Planejado).

O TCP é calculado baseado em uma tolerância para alívio da fadiga e para atendimento as necessidades pessoais que para este estudo utilizou-se 25%, conforme item 2.7, ou seja, 19s (77s x 0,25). O TCP, neste caso, foi de 58s (77s – 19s).

No método de Rother e Harris (2002) divide-se o somatório dos elementos de trabalho pelo *takt time*, entretanto ao se considerar o uso do TCP (Tempo de Ciclo Planejado), o somatório dos elementos de trabalho poderia ser dividido pelo tempo de ciclo planejado.

Ainda assim, para este caso, a resultante seria 0,93 (54/58), ou seja, menor que 1, portanto deveria ser usado somente 1 pedreiro.

Figura 4.7 – Gráfico de balanceamento do operador estado futuro (ciclo)



Fonte: Próprio autor

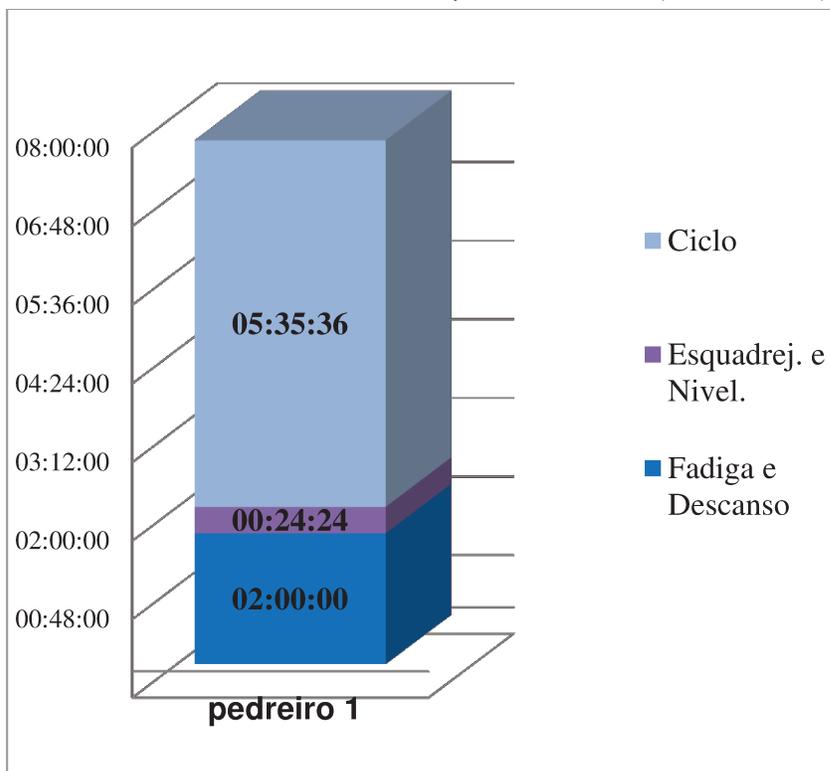
O uso do GBO possibilitou observar que o conteúdo de trabalho encontra-se abaixo do tempo de ciclo planejado, conseqüentemente abaixo do *takt time*, indicando que apenas um pedreiro seria suficiente para executar a tarefa, possibilitando inclusive uma folga. Isso possibilita observar que este pedreiro poderia absorver mais tarefas ou possibilitaria análises e simulações para o caso de alteração do *takt time*, por exemplo: se em função de outras condicionantes da obra o serviço tivesse que ser reprogramado e executado em um número menor de dias, isto implicaria em redução do *takt time*, e através do GBO poderia ser estudada uma eventual redistribuição de elementos de trabalho entre mais de um pedreiro, conforme a necessidade.

É válido ressaltar que a atividade de esquadreamento e nivelamento não é apresentada no GBO atual, já que a mesma foi realizada uma vez no início das atividades.

Baseado no gráfico de balanceamento do operador ilustrado na Figura 4.4 e na análise realizada no Quadro 4.3, resolveu-se ilustrar um potencial futuro gráfico de balanceamento de operador no turno (Figura 4.8).

Optou-se por apresentar no Futuro GBO do turno as atividades de esquadreamento e nivelamento por motivos apresentados acima.

Figura 4.8 – Gráfico de balanceamento do operador no turno (estado futuro)



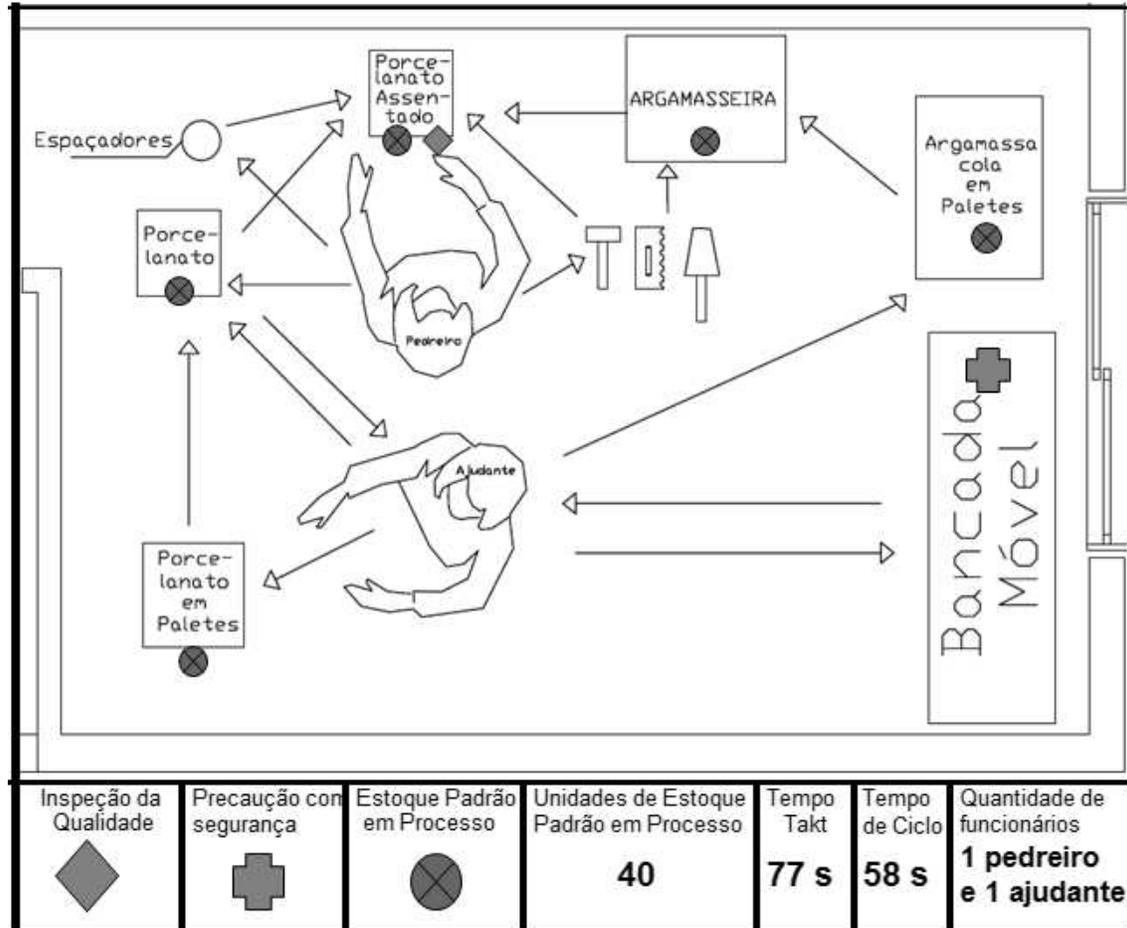
Fonte: Próprio autor

g) Etapa 8: Distribuir o trabalho entre os funcionários

Como já identificado em etapas anteriores, o pedreiro ficaria responsável em executar as atividades do ciclo de assentamento e o esquadreamento e nivelamento, já o ajudante o acompanharia executando algumas atividades fora do ciclo (corte, limpeza, deslocamento e transporte). É provável que as atividades de deslocamento e transporte sejam reduzidas através do *layout* projetado para disposição dos materiais (Figura 4.6).

A Figura 4.9 mostra uma simplificação da distribuição de tarefas através de um diagrama de trabalho padronizado (DTP) adaptado ao serviço de execução de porcelanato.

Figura 4.9 – Diagrama de trabalho padronizado para o serviço de assentamento de porcelanato



Fonte: Próprio autor

A Figura 4.10 ilustra a TCTP (Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado). A TCTP tem como uma de suas principais características combinar o trabalho realizado pelo operador e máquina, bem como o trabalho de mais de um operador, quando for o caso.

Neste caso, a TCTP foi aplicada somente a um funcionário e não abrangeu uma operação que implicassem em tempo máquina, limitando, portanto, sua utilidade, que neste caso seria somente de comunicar ao operador o que se

Portanto, ao realizar um ciclo de assentamento de porcelanato obteve-se uma área média assentada de 0,125 metro quadrado por porcelanato, enquanto que um porcelanato inteiro (0,40 x 0,40m) cobriria 0,160 metros quadrados.

No dia de trabalho estudado o pedreiro assentou 105 peças (inteiras ou com cortes) resultando em 13,5 m² (105 x 0,125m²). Como o dia de trabalho observado foi de oito horas obteve-se produtividade de 1,64 m²/H.h. Observa-se que neste caso a produtividade obtida ficou abaixo de referências médias do mercado, por exemplo: 2,27 m²/H.h, conforme TCPO (2008).

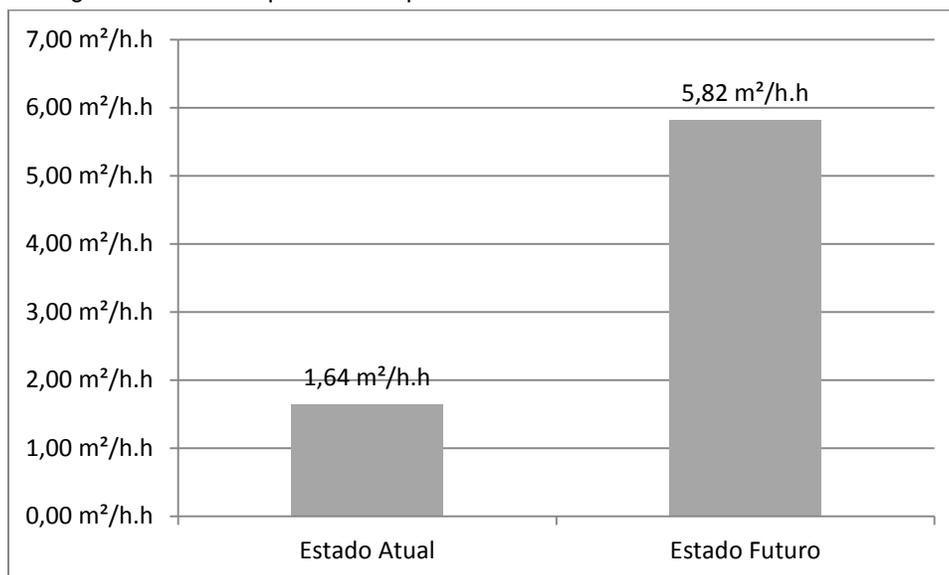
Embora não se possa comparar diretamente médias de produtividade utilizadas em orçamentos com uma produtividade de um dia de trabalho, adotou-se este valor apenas como parâmetro.

A discussão da etapa 7 (item 4.2.1.f) mostrou que poderia ser adotado um tempo de ciclo de 54 segundos/porcelanato (vide Figura 4.7). Com as melhorias discutidas na etapa 3 e 4 (itens 4.2.1.c e 4.2.1.d) observa-se que dentro de um dia de 8 horas o pedreiro dedicaria 5h35min36s efetivamente trabalhadas na execução de ciclos de assentamento de porcelanato, isso resultaria no assentamento de 373 peças de porcelanato equivalentes a 46,60 metros quadrados. Como resultado seria obtida produtividade de 5,82m²/H.h.

A Figura 4.11 compara a produtividade do estado atual e estado futuro. Indicando ganho potencial de obtenção de produtividade de 3,54 vezes maior do que a atual.

Deve-se ressaltar que a produtividade do pedreiro no estado futuro só poderá ser atingida se o ajudante realizar atividades que foram incorporadas a sua rotina, por exemplo: transporte, deslocamento, limpeza e corte, já que estas atividades estão inclusas no estado atual do pedreiro.

Figura 4.11 – Comparativo de produtividade entre o estado atual e o futuro



Fonte: Próprio autor

Obviamente que estes elevados ganhos potenciais são apenas indicativos e para ocorrerem na prática seriam necessários diversos cuidados na disciplina de implantação. De qualquer forma o resultado aponta a possibilidade de ganhos significativos.

4.2.2.2 Avaliação do método proposto para aplicação do trabalho padronizado no serviço de assentamento de porcelanato

O método proposto mostrou-se aplicável ao contexto da construção. A sequência das etapas do método também mostrou uma lógica bem definida e facilitou a realização do estudo.

Alguns documentos foram adaptados para o contexto da construção. O Quadro 4.4 mostra as avaliações dos documentos do trabalho padronizado aplicado ao contexto da construção.

Quadro 4.4 – Avaliação da aplicação dos documentos do trabalho padronizado no serviço de execução de porcelanato

Documentos	Avaliação
Folha de Capacidade de Produção	Este documento é comumente utilizado para análise da capacidade de máquinas como mostrado na Figura 2.3.6. Neste trabalho não foi aplicado este documento, visto que a atividade na qual o estudo foi desenvolvido é basicamente manual.
Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado	Plenamente utilizável no contexto da construção, como já mostrado por alguns autores, como: Bulhões (2009), Francelino et al. (2006) e Souza et al. (2005), entretanto neste estudo a aplicação da TCTP foi limitada, ou seja, com intuito somente de comunicar ao operador o que espera-se que o mesmo esteja fazendo a cada momento do ciclo, podendo ser usado inclusive em treinamento.
Diagrama de Trabalho Padronizado	Também foi adaptado para o serviço de execução de porcelanato e foi complementado com o <i>layout</i> de disposição do material e bancada móvel de serra.
Folha de estudo de processo	Neste trabalho foram utilizadas 2 abordagens da FEP, uma para análise durante o turno e outra para análise do ciclo de execução de um porcelanato. Pode-se dizer que este documento é aplicável ao contexto da construção, porém vale ressaltar que para serviços de construção é muito importante que se faça os dois tipos de FEP, diferente da manufatura que usualmente é feita somente a FEP do ciclo.
Gráfico de balanceamento do operador	Alguns autores já aplicaram o mesmo no contexto da construção, como: Bulhões (2009) e Francelino et al. (2006). Neste caso aplicou-se o GBO do turno e o GBO do ciclo. O GBO do turno ilustrou a divisão de atividades dentro e fora do ciclo, já o GBO do ciclo foi utilizado para ilustrar a folga do tempo de ciclo em relação ao <i>takt</i> e também mostrou que caso haja uma mudança no <i>takt</i> , os elementos de trabalho podem ser redistribuídos para outros pedreiros.
Diagrama espaguete	O diagrama de espaguete evidenciou os desperdícios com deslocamento e transporte. Assim sendo, permitiu que fosse projetado um novo <i>layout</i> de trabalho mais otimizado. Este documento teve bastante utilidade neste trabalho.

Fonte: Próprio autor

Ao analisar o Quadro 4.4, acima, pode-se dizer que todos esses documentos são aplicáveis ao contexto da construção.

Um fato a ser mencionado nesta avaliação foi que houve também uma discussão referente ao enquadramento das atividades do ciclo, pois as atividades de corte, esquadrejamento e nivelamento poderiam ser consideradas atividades de ciclo, entretanto resolveu-se considerar somente as atividades referentes diretamente ao assentamento, ou seja, as atividades que constam na FEP do ciclo.

4.2.3 Considerações Finais

Este estudo, embora exploratório, mostra que o método para definição e aplicação do trabalho padronizado na manufatura pode ser adaptado para o contexto da construção, entretanto são necessárias algumas adaptações no método seguido, nas etapas de aplicação e nos documentos do TP.

Um estudo deste tipo pode ajudar em treinamentos, segurança e ergonomia.

Apesar de limitações em alguns dados, o trabalho identificou potenciais de ganhos de produtividade que se comparados com os atuais podem quase quadruplicar se algumas atividades atuais forem repassadas para o ajudante e o mesmo tenha capacidade para cumpri-las.

Alguns aspectos não abordados em alguns documentos, como: GBO e a TCTP, serão mais aprofundados em outros estudos. Além disso, na TCTP pode ser incorporado o trabalho realizado pelo ajudante.

Um próximo passo para a expansão deste trabalho é o teste deste método na prática, ou seja, passar da fase de análise para as etapas de implantação, manutenção e melhoria, pois através do teste na prática, este método poderá ser melhorado. Uma verificação em campo é interessante para avaliar se o ajudante teria habilidade e tempo disponível para executar atividades mais técnicas, como: corte, esquadrejamento e nivelamento.

A aplicação em um serviço que contenha máquinas foi conduzido no estudo caso exploratório 2 com objetivo de complementar este estudo.

4.3 ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO 2

4.3.1 Aplicação do método proposto em um serviço de execução de estaca Franki

Neste caso não foram abordadas as etapas de aplicação 10 (implementar) e 11 (manter e melhorar). Além disso, a etapa 3 também não foi aplicada, pois não houve necessidade de coleta de dados durante todo o turno de trabalho.

Seguem as etapas de aplicação do método no caso estudado:

a) Etapa 1: Escolher serviço

O serviço escolhido foi a execução de estaca Franki. Para a escolha deste serviço levou-se em consideração as seguintes características: a utilização de máquinas (betoneira, minicarregadeira e bate-estaca) e outro fator que se considerou para a escolha deste serviço foi a boa disponibilidade de materiais.

b) Etapa 2: Definir o *takt*

Para este caso o cronograma da obra estabelecia que seriam necessários 4,1 meses para executar um total de 509 estacas, portanto o *takt time* foi de **1h29min39s/estaca**, consideraram-se 21 dias úteis/mês e cada dia trabalhado 8,8 horas.

Procurou-se calcular o *takt time* para cada tipo de máquina que seria utilizado no estudo. Para o caso da betoneira, resolveu-se dividir o *takt* de 1h29min39s / 14 (quantidade de traço por estaca), deste modo chegou-se a um valor do *takt time* de **6min22s/ traço**. Para cada traço foi realizada uma viagem da minicarregadeira considerando ida e volta e tempo de descarregamento. Portanto, o *takt time* da minicarregadeira é o mesmo da betoneira, ou seja, **6min22s/ viagem**.

c) Etapa 4: Coletar elementos de trabalho do ciclo

Nesta etapa focou-se somente o processo de dosagem, mistura e transporte do concreto.

Para tanto, utilizaram-se a FEP (Folha de estudo de processo) para coleta de dados. Neste estudo utilizou-se duas FEPs, uma para coletar as atividades executadas pelo operador da betoneira e outra para coletar as atividades executadas pelo ajudante do operador da betoneira e pelo operador da minicarregadeira. Estas duas FEPs foram utilizadas também porque estas duas atividades ocorriam em paralelo. Seguem nas Figuras 4.12 e 4.13 as duas FEPs.

É válido ressaltar que havia três betoneiras, quatro máquinas de bate-estaca e quatro minicarregadeiras (uma minicarregadeira abastecia as betoneiras com agregado e as demais transportavam concreto). Para cada máquina havia um operador. No caso da betoneira havia ainda um auxiliar. Os dados destas FEPs estão baseados em uma betoneira e uma minicarregadeira.

O operador da betoneira trabalhava frequentemente, somente ficava ocioso quando a betoneira já estava abastecida com todos os agregados e cimento (cerca de 3 minutos parado). Neste momento, o seu auxiliar abria os sacos de cimento e despejava na caçamba, já que a betoneira era auto carregável. Enquanto isso, a minicarregadeira abastecia brita na caçamba da betoneira.

Figura 4.12 – Folha de estudo de processo da dosagem e transporte de concreto para estaca Franki (parte 1)

ESTUDO DO PROCESSO	Processo: Dosagem e transporte de concreto	Realizado por: Renato Mariz											Data/Hora: 26/11/2011	Página: 1	
		Tomada de tempos											Tempo de máquina	Menor Repetitivo	Observações
Operador	Funcionário: Elemento de Trabalho														
Betoneiro	1-Colocar 4 baldes de água na betoneira	30 s	18 s	23 s	37 s	18 s	16 s	16 s	20 s	18 s	19 s		16 s		
Betoneiro	2-Virar betoneira e despejar cimento e agregados da caçamba na betoneira	53 s	72 s	58 s	50 s	51 s	57 s	238 s	57 s	47 s	51 s		51 s		
Betoneiro	3-Colocar mais 1 balde d'água	43 s	31 s	32 s	17 s	29 s	36 s	24 s	33 s	18 s	37 s	10 s	18 s		
Betoneiro	4-Girar manivela da betoneira para preparar descarregamento	11 s	13 s	14 s	15 s	10 s	16 s	10 s	17 s	8 s	9 s	180 s	10 s	Betoneiro parado cerca de 3 minutos enquanto a betoneira funciona.	
Betoneiro	5-Descarregar concreto na minicarregadeira	334 s	250 s	230 s	163 s	99 s	236 s	75 s	115 s	127 s	101 s		99 s		
Total		471 s	384 s	357 s	282 s	207 s	361 s	363 s	242 s	218 s	217 s		194 s		

Fonte: Próprio autor

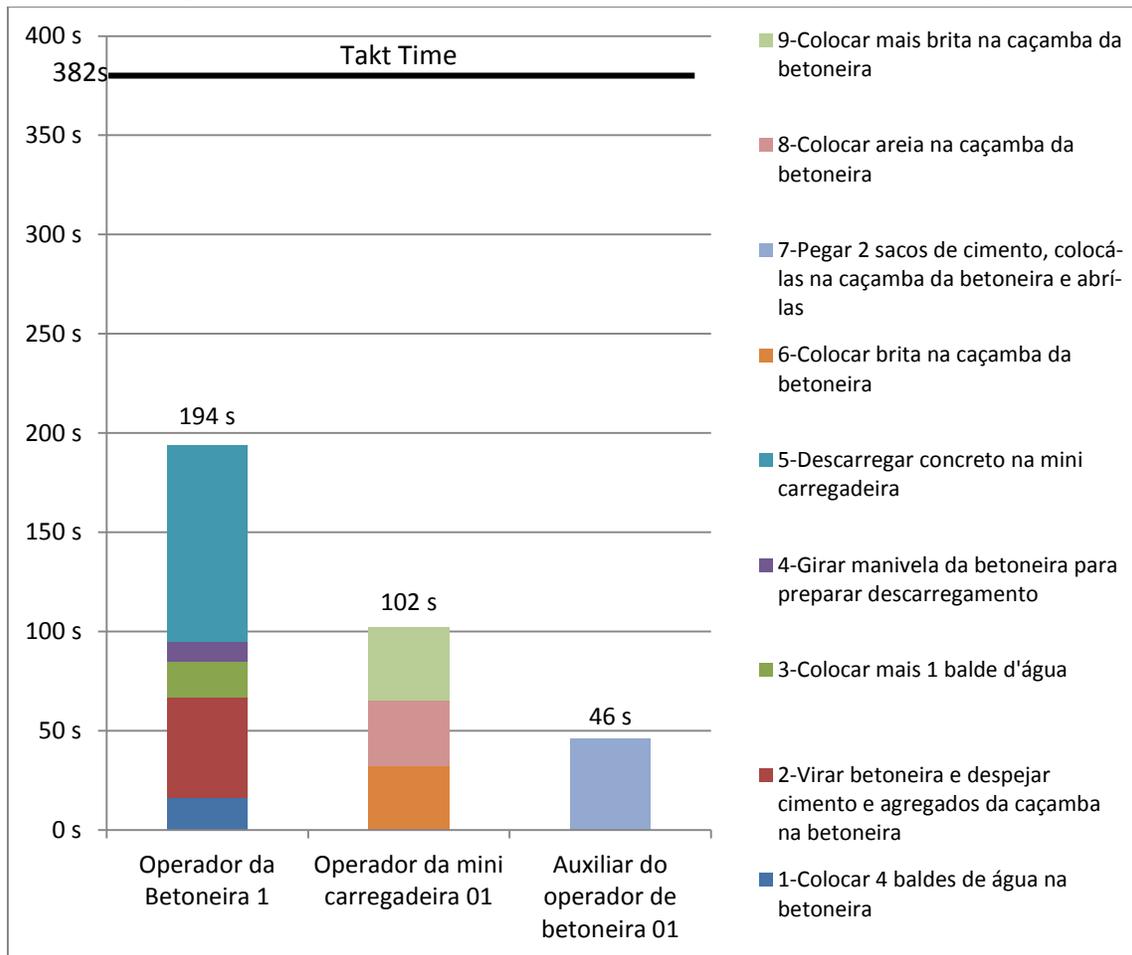
Figura 4.13 – Folha de estudo de processo da dosagem e transporte de concreto para estaca Franki (parte 2)

ESTUDO DO PROCESSO	Processo: Dosagem e transporte de concreto	Realizado por: Renato Mariz											Data/Hora : 26/11/2011	Página: 1	
	Operador	Funcionário:	Tomada de tempos										Tempo de máquina	Menor Repetitivo	Observações
	Elemento de Trabalho														
Operador da minicarregadeira	6-Colocar brita na caçamba da betoneira	32 s	29 s	710 s	40 s	43 s	45 s	38 s	41 s	48 s	44 s		32 s	Realizado com minicarregadeira. Betoneira funciona enquanto a caçamba é abastecida.	
Auxiliar do betoneiro	7-Pegar 2 sacas de cimento, colocá-las na caçamba da betoneira e abri-las	67* s	51 s	46 s	46 s	72 s	38 s	59 s	34 s	54 s	33 s		46 s	Outro funcionário realiza enquanto betoneiro fica parado. Betoneira funciona em paralelo.	
Operador da minicarregadeira	8-Colocar areia na caçamba da betoneira	30 s	98 s	54 s	33 s	115 s	39 s	70 s	43 s	50 s	47 s		33 s	Realizado com minicarregadeira. Betoneiro parado. Betoneira funciona em paralelo.	
Operador da minicarregadeira	9-Colocar mais brita na caçamba da betoneira	37 s	37 s	24 s	27 s	39 s	29 s	35 s	28 s	21 s	36 s		37 s	Realizado com minicarregadeira. Betoneira funciona em paralelo.	
Total		166 s	215 s	834 s	146 s	269 s	151 s	202 s	146 s	173 s	160 s		148 s		

Fonte: Próprio autor

A partir dos dados gerados pela FEP, elaborou-se o gráfico de balanceamento de operador atual. Na Figura 4.14 pode-se verificar como está a distribuição da carga de trabalho para cada operador e auxiliar.

Figura 4.14 – Gráfico de balanceamento dos operadores (estado atual)



Fonte: Próprio autor

Pode-se perceber ao analisar a Figura 4.14 que o tempo de ciclo dos operadores e do auxiliar ficou abaixo do *takt time*, ou seja, mostram oportunidades de melhorias. Na etapa 7 será proposto um novo GBO para que se possam atingir melhorias no estado futuro.

d) Etapa 5: Verificar se a máquina pode operar de acordo com *takt* e ajustar se necessário

Nesta etapa analisaram-se as máquinas com intuito de verificar se elas conseguem atingir o *takt time* e também verificar se algumas delas podem causar gargalos na produção ou mesmo estarem sendo subutilizadas.

Elaborou-se a FCP (Folha de Capacidade de Produção) para analisar a capacidade produtiva de cada máquina. Segue na Figura 4.15 a FCP do processo executivo da estaca Franki.

Figura 4.15 – Folha de Capacidade de Produção (estaca Franki)

Folha de Capacidade do Processo		Aprovado por:	Serviço: Estaca Franki			Takt time/dia: 6 estacas	Registrado por:	
			Aplicação: Fundação					
Nº	Nome do processo	Nome da Máquina	TEMPO BÁSICO (min)			TEMPO PARA MANUTENÇÃO/MOBILIZAÇÃO		Capacidade de processamento por dia
			Manual	Auto	Total	Nº pçs /troca	Tempo [min]	
1	Dosagem de Concreto	Betoneira	45	42	87	ao final do turno	30	5,7 estacas
2	Transporte de concreto	Mini carregadeira	40	0	40	ao final do turno	30	12,6 estacas
3	Transporte de agregados	Mini carregadeira	23	0	23	ao final do turno	30	21,7 estacas
4	Cravação e concretagem de estaca	Bate-estaca	100	0	100	1	20	4,4 estacas

Fonte: Próprio autor

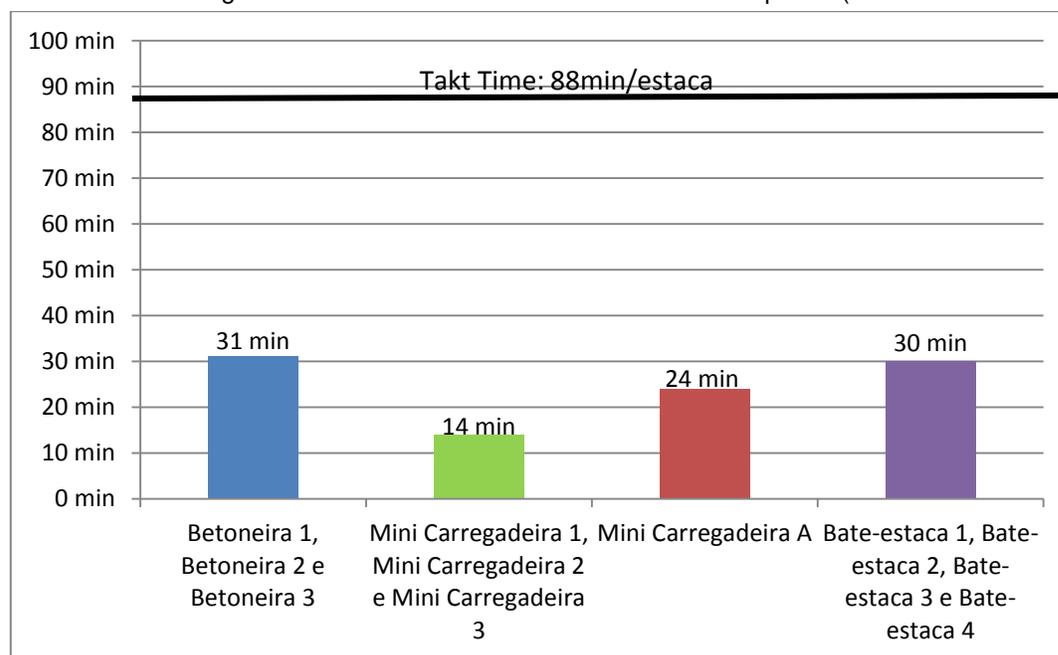
A Figura 4.15 foi elaborada baseado nos tempos de ciclo levantados *in loco* por cada máquina, por exemplo: o bate-estaca tem um tempo de ciclo de 120 minutos (100 + 20) para executar cada estaca. Como um dia de trabalho tem 528 minutos, ao dividir este valor por 120 minutos, chega-se a 4,4 estacas por dia como capacidade máxima de cada bate-estaca. Deste modo, as demais máquinas foram calculadas, entretanto estas possuíam somente 30 minutos ao final do expediente para fazer manutenção ou mobilização, ao contrário do bate-estaca que foi a cada estaca. Uma informação importante é que o tempo considerado manual foi o qual havia intervenção humana, ou seja, a máquina não trabalhava a não ser que tivesse um operador.

Ao analisar a Folha de Capacidade de Produção na Figura 4.15, percebeu-se a necessidade somente de duas betoneiras, pois, ao dividir a

quantidade de estacas necessárias para atingir o *takt* pela capacidade da betoneira, chega-se a 1,05 (6/5,7); portanto, arredondam-se para 2, para se ter mais segurança ao atender o *takt* e também caso haja quebra de uma betoneira. Outro fator importante também é uma proteção relativa a mudança no *takt* devido a algum potencial atraso na obra. Neste caso a limitação não será a betoneira.

Baseado no raciocínio no parágrafo anterior, chegou-se à quantidade adequada de máquinas para a execução da estaca Franki neste empreendimento: uma minicarregadeira para transporte de concreto ($6/12,6=0,47$), uma minicarregadeira para transporte de agregados e dois bate-estacas ($6/4,4=1,36$); além das duas betoneiras mencionadas no parágrafo anterior. Com base na quantidade atual de máquinas, resolveu-se elaborar o Gráfico de Balanceamento de Máquinas (GBM) atual. Este gráfico segue na Figura 4.16. Para facilitar o entendimento, resolveu-se agrupar as máquinas. O *takt time* é de 88 minutos (8,8hx60min/6 estacas).

Figura 4.16 – Gráfico de balanceamento de máquinas (estado atual)



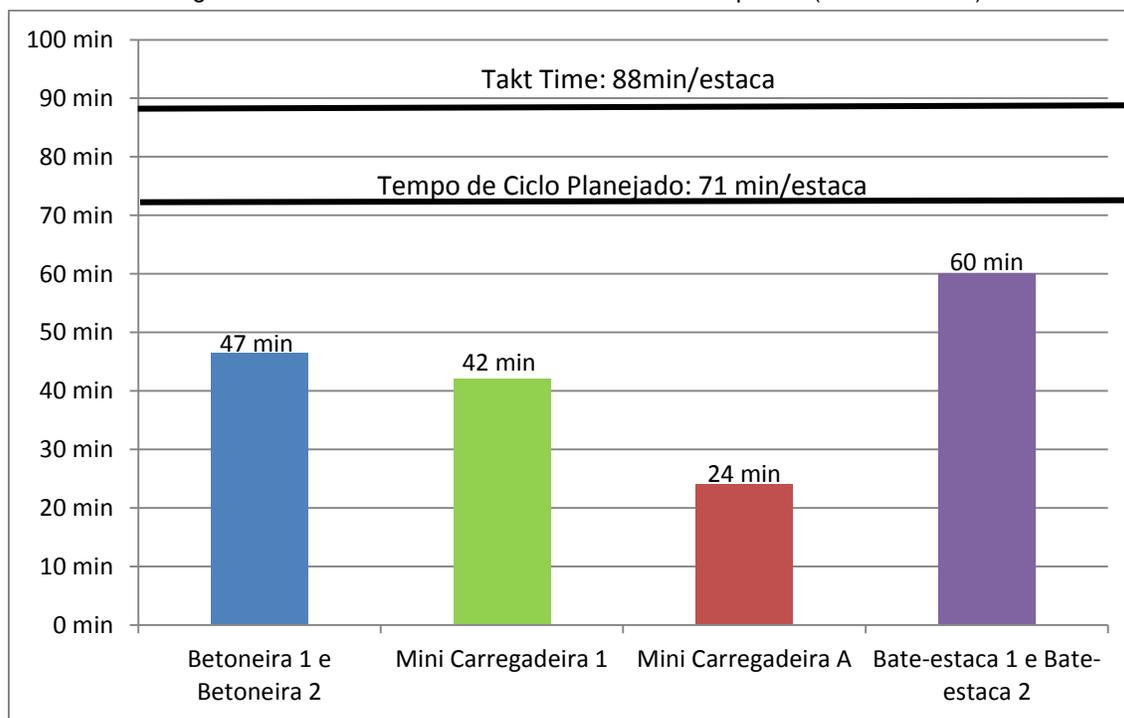
Fonte: Próprio autor

Percebe-se ao analisar o GBM atual que as máquinas estão sendo subutilizadas, causando custos fixos além do necessário, pois as máquinas são

alugadas. Ao compararmos o GBM Atual com a quantidade adequada de máquinas identificadas na Folha de Capacidade de Produção percebe-se que poderiam ser retirados da obra: uma betoneira, duas minicarregadeiras e dois bate-estacas. Com base nesta análise elaborou-se o gráfico de balanceamento de máquinas para o Futuro que está ilustrado na Figura 4.17.

Para a elaboração do GBM futuro considerou-se um tempo de ciclo planejado de 80% em relação ao tempo total do *takt*, ou seja, 71 minutos/ estaca, conforme recomendação de Rother e Harris (2002). Essa medida assegura que o operador não tenha que esperar a máquina encerrar o ciclo de trabalho na próxima vez que ele percorrer todos os elementos de trabalho. Isto também fornece um pouco de capacidade extra para absorver algum aumento de demanda.

Figura 4.17 – Gráfico de balanceamento de máquinas (estado futuro)



Fonte: Próprio autor

e) Etapa 6: Organizar layout de trabalho

Nesta etapa foi analisado o *layout* de trabalho. Para este caso analisou-se a logística do canteiro. Pontos positivos foram identificados neste canteiro em relação à facilidade de transporte, tal fato se deve ao cuidado que a construtora teve ao elaborar um projeto específico para facilitar o armazenamento e abastecimento interno de materiais, por exemplo: o posicionamento das baias para brita e areia e o depósito de cimento estavam próximos à betoneira, assim como as ferragens estavam dispostas próxima à central de armação. Outro fato importante foi o zoneamento elaborado pela construtora para cada bate estaca, evitando a movimentação das máquinas para locais mais distantes, pois é um processo demorado, deste modo, evitou-se deslocamento em grandes distâncias.

A Figura 4.18 ilustra o *layout* de trabalho por meio de uma foto deste canteiro de obras, onde pode ser identificada a disposição do canteiro e a localização dos materiais e máquinas.

Figura 4.18 – Disposição de materiais e máquina da obra B



Fonte: Próprio autor

f) Etapa 7: Calcular quantos funcionários são necessários

Para calcular a quantidade correta de funcionários utilizou-se três fórmulas (uma para operador de betoneira, uma para operador de minicarregadeira e outra para o auxiliar de operador de betoneira). Vale ressaltar que este estudo foi realizado para uma betoneira.

Segue abaixo o cálculo da quantidade de funcionários necessários:

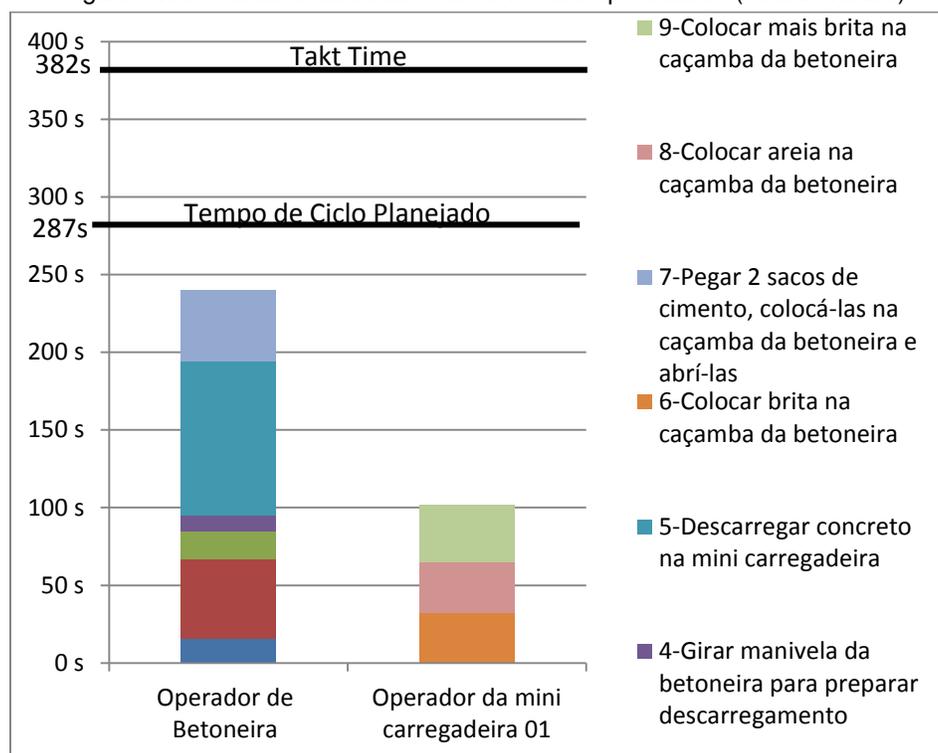
- Soma dos elementos de trabalho (após kaizen no papel) / tempo de ciclo planejado ($0,75 \times \text{takt time}$)= $194 / 287 = 0,67 \cong 1$ operador de betoneira.
- Soma dos elementos de trabalho (após kaizen no papel) / tempo de ciclo planejado ($0,75 \times \text{takt time}$)= $306 / 287 = 1,06 \cong 1$ operador de minicarregadeira.
- Soma dos elementos de trabalho (após kaizen no papel) / tempo de ciclo planejado ($0,75 \times \text{takt time}$)= $46 / 287 = 0,16 \cong 1$ auxiliar de operador de betoneira.

Para o cálculo de funcionário resolveu-se utilizar o tempo de ciclo planejado como mostrado no estudo anterior.

Ao analisar o cálculo da quantidade de operadores necessários e a Figura 4.14 (GBO Atual), elaborou-se o GBO Futuro que neste caso houve uma redistribuição da carga de trabalho acoplando ao serviço do operador de betoneira as atividades executadas pelo seu auxiliar.

A Figura 4.19 apresenta o GBO Futuro.

Figura 4.19 – Gráfico de balanceamento dos operadores (estado futuro)



Fonte: Próprio autor

Percebe-se ao analisar o GBO Futuro (Figura 4.19) que o elemento de trabalho que era realizado pelo auxiliar foi incorporado ao trabalho do operador de betoneira, ou seja, de acordo com o GBO Futuro poderia ser eliminado do processo o auxiliar sem causar atrasos na produção e transporte de argamassa. Observa-se ainda a folga em relação ao tempo de ciclo planejado. Outras atividades podem ser adicionadas para complementar o tempo ocioso.

g) Etapa 8: Distribuir o trabalho entre os funcionários

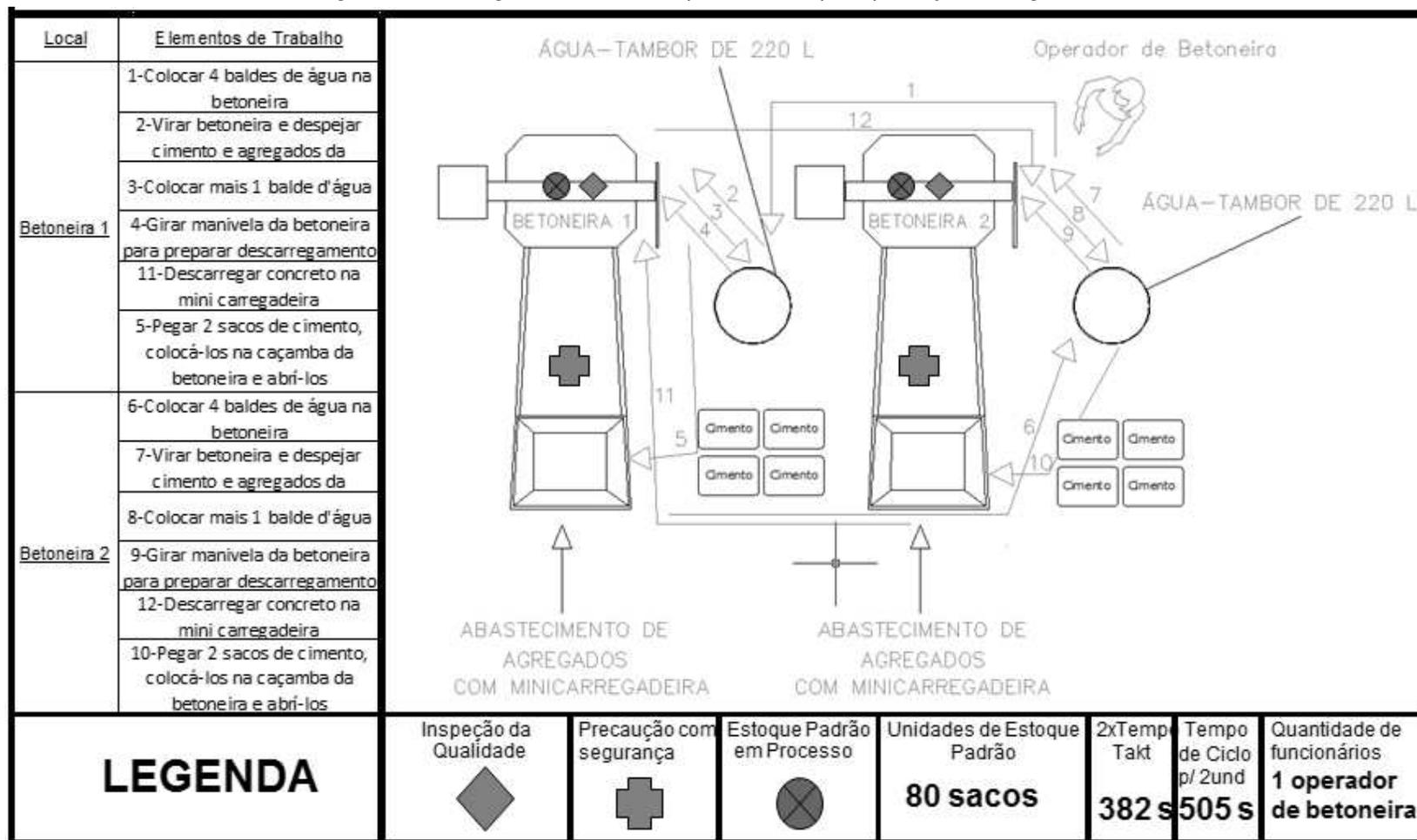
Como comentado na etapa 4 (item 4.3.1.c) que ao iniciar o tempo de ciclo da betoneira o operador ficava esperando cerca de três minutos e para atender o *takt* seriam necessárias duas betoneiras, nesta etapa será discutida a interação entre o operador da betoneira e as betoneiras, portanto elaborou-se a tabela de combinação do trabalho padronizado para a produção de argamassa (Figura 4.20).

Na Figura 4.20, pode ser observado ao analisar somente a produção de um traço (final do primeiro ciclo) que o tempo de ciclo ficaria muito próximo ao *takt*, portanto qualquer variação ou atraso em algum elemento poderia causar um atraso na execução da estaca Franki. Quando se analisa o processo como todo (dois ciclos) se percebe que o operador intercala o uso das duas betoneiras aproveitando o tempo de máquina de cada betoneira para operar a outra. Percebe-se ainda que ao realizar os dois ciclos há ainda um folga para o tempo de ciclo planejado. Neste caso, poderiam ser adicionadas outras atividades ao trabalho do operador.

Ao analisar a Figura 4.20 percebe-se que com um operador de betoneira operando duas betoneiras consegue-se atingir o *takt time*. Portanto, conclui-se que poderiam ser retirados dois operadores de betoneira e uma betoneira do processo, ou seja, com um operador e duas betoneiras poderia ser atingido o *takt*. Portanto, de um total de 7 funcionários (3 operadores de betoneira, 3 auxiliares e 1 operador de minicarregadeira), após esta análise, chegou-se a 2 funcionários (1 operador de betoneira e 1 operador de minicarregadeira), ou seja, redução de 71% em relação a mão-de-obra.

Para ilustrar como funcionaria este trabalho, resolveu-se elaborar um diagrama de trabalho padronizado (Figura 4.21). Nesta figura as setas com números indicam os elementos de trabalho que são realizados pelo operador. A Figura 4.21 também apresenta a localização do cimento e tambores de água. Ao lado esquerdo da figura estão descritos os elementos de trabalhos e suas numerações. As figuras geométricas indicam onde serão realizadas a inspeção da qualidade, precaução com segurança e o estoque padrão em processo.

Figura 4.21 – Diagrama de trabalho padronizado para produção de argamassa



Fonte: Próprio autor

4.3.2 Discussão

4.3.2.1 Avaliação do método proposto para aplicação do trabalho padronizado no serviço de execução de estaca Franki

O método proposto mostrou-se aplicável aos serviços de construção que utilizam máquinas. Houve também a utilização de dois documentos os quais ainda não haviam sido utilizados no estudo anterior (Folha de Capacidade de Produção e Gráfico de Balanceamento de Máquinas). A sequência usada neste estudo também facilitou a análise dos dados e proposições para o estado futuro. O Quadro 4.5 mostra as avaliações dos documentos do trabalho padronizado aplicado ao contexto da construção.

Quadro 4.5 – Avaliação da aplicação dos documentos do trabalho padronizado no serviço de execução de estaca Franki

Documentos	Avaliação
Folha de Capacidade de Produção	Este documento foi bastante útil neste estudo, pois através dele percebeu-se a quantidade de máquinas que seriam realmente necessários e as máquinas que poderiam causar um gargalo na produção.
Gráfico de Balanceamento de Máquinas	Baseado na quantidade de máquinas existentes e seus tempos de processamento e <i>set up</i> , elaborou-se o GBM atual. Confrontou-se o estado atual com a Folha de Capacidade de Produção e identificou-se algumas máquinas poderiam ser retiradas sem causar atrasos na produção. Portanto, foi elaborado o GBM Futuro.
Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado	Esta tabela foi novamente usada, entretanto neste estudo sua aplicação foi mais completa, pois ela apresentou a interação entre o operário e máquina identificando o tempo de máquina, manual e caminhada.
Diagrama de Trabalho Padronizado	Foi utilizado para ilustrar como a TCTP funcionaria. A mesma poderia ser deixada no local de trabalho para que o operador pudesse seguir este documento e propor melhorias no mesmo.
Folha de estudo de processo	Utilizou-se a FEP do ciclo neste estudo, pois seu objetivo era avaliar as máquinas, entretanto ela também serviu para coletar o tempo de trabalho manual.
Gráfico de balanceamento do operador	O GBO foi elaborado baseado nos dados da FEP. O GBO atual identificou tempos ociosos no trabalho do operador de minicarregadeira operador de betoneira e auxiliar do operador de betoneira. Já no potencial estado futuro seria retirado o auxiliar e o elemento de trabalho que ele fazia seria realizado pelo operador de betoneira.
Diagrama espaguete	Este documento não foi utilizado neste estudo.

Fonte: Próprio autor

4.3.3 Considerações Finais

Este estudo mostra o potencial de aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção que utilizam máquinas. Alguns documentos que ainda não haviam sido utilizados foram úteis neste estudo, como: Folha de Capacidade de Produção e o Gráfico de Balanceamento de Máquinas.

Em relação à utilização de máquinas, conseguiu-se demonstrar neste caso que houve uma redução de 7%, sendo estas: uma betoneira, duas bate-estacas e duas minicarregadeiras. Já em relação à mão-de-obra que neste caso foi restrita ao transporte, dosagem e mistura do concreto, houve uma redução de 71%, ou seja, conseguiu-se reduzir de sete para dois funcionários.

Houve algumas limitações neste estudo, pois o estado futuro não foi aplicado, e os resultados projetados poderiam apresentar variações na prática, valendo a mesma observação feita no estudo de caso exploratório 1, quanto à necessidade uma rígida disciplina na implantação das proposições demonstradas neste estudo.

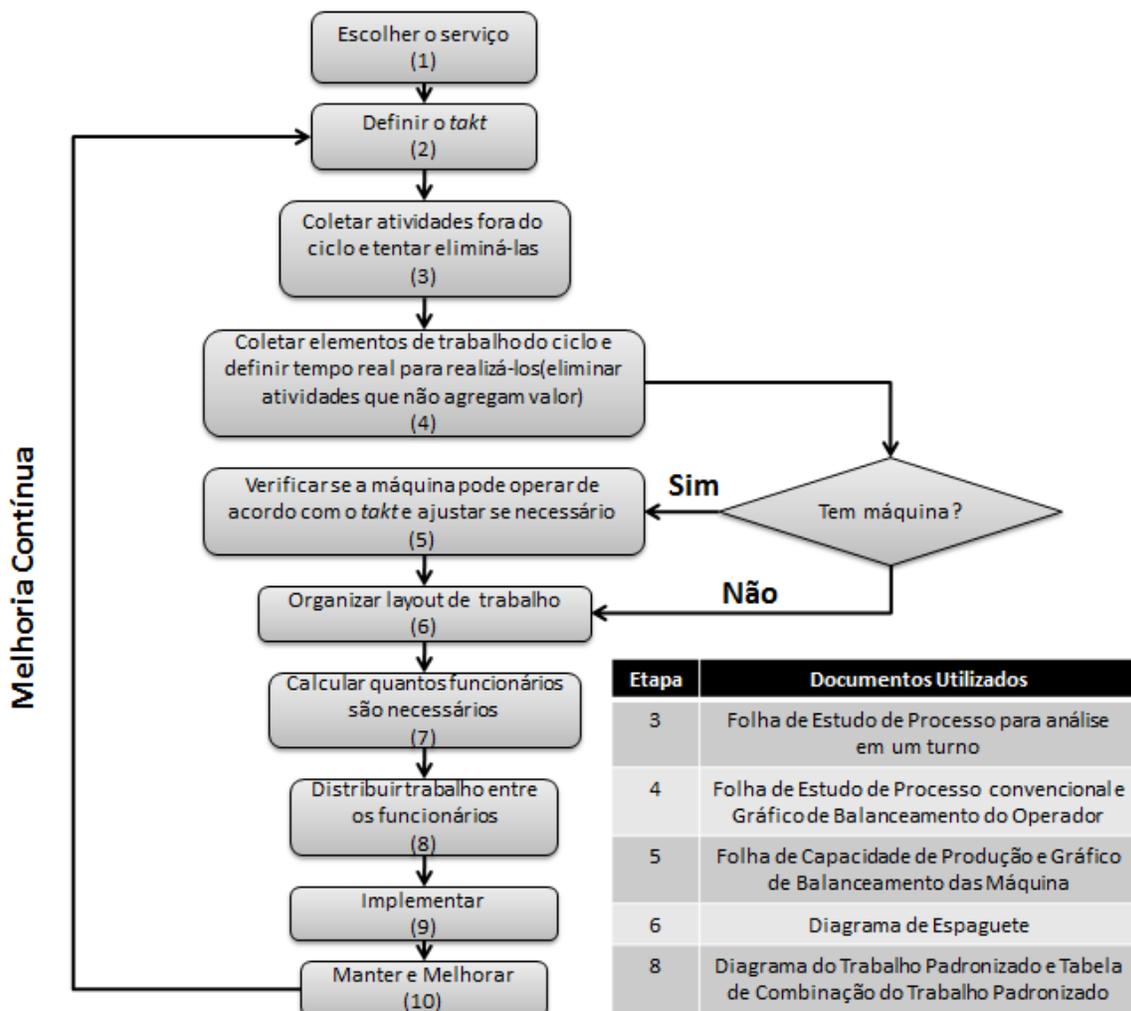
Um próximo passo para a expansão deste trabalho será o teste deste método na prática, ou seja, passar da fase de análise para as etapas de implantação, manutenção e melhoria, pois através do teste na prática, este método poderá ser aprimorado.

4.4 MÉTODO PRELIMINAR

Ao final das discussões dos casos anteriores elaborou-se um método para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção.

O método preliminar consta da Figura 4.22 e do Quadro 4.6.

Figura 4.22 – Fluxograma preliminar para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção



Fonte: Próprio autor

No fluxograma da Figura 4.22, as setas indicam a sequência das etapas e a tabela ilustra a ligação entre as etapas e os documentos do trabalho padronizado.

O Quadro 4.6 mostra as perguntas e passos de Rother e Harris (2002), às adaptações feitas para o contexto da construção e as observações de cada etapa. As observações contidas no Quadro 4.6 são comentários em relação as etapas dos casos exploratório 1 e 2.

Quadro 4.6 – Detalhamento das etapas de aplicação do método do TP em serviços de construção

Perguntas de Rother e Harris (2002)	Adaptação para a construção	Observações
1-Você escolheu os produtos finais adequados?	1-Escolher serviço	Adaptou-se este item visto que no contexto da manufatura deve-se escolher uma família de produtos adequados para analisar o processo. No caso da construção, optou-se por escolher um serviço, pois na construção o produto final é único (edificação), portanto pode-se considerar que cada serviço gera um produto diferente. É indicado escolher serviços que tenham boa disponibilidade de materiais, mão-de-obra e máquinas, deste modo, ao TP cabe definir e aplicar o método.
2-Qual é o takt time?	2-Definir o <i>takt</i>	Na construção, o produto final normalmente tem prazos elevados se comparado com a indústria de manufatura. Portanto, como já mostrado por alguns autores (MIRANDA et al., 2003; BULHÕES, 2009; UGULINO; LIMA, 2009; BISIO; ALVES, 2009), o <i>takt</i> é determinado pela cronograma de execução da obra adotado pela construtora.
-	3-Coletar atividades fora do ciclo e tentar eliminá-las	1 Observou-se que muitas atividades foram realizadas fora do ciclo, adotando-se como uma adaptação do método a explicitação das atividades realizadas fora e dentro do ciclo. Para a coleta de dados das atividades fora do ciclo, foi usada a FEP para análise de um turno. Através dos dados coletados na FEP, foram gerados gráficos e o GBO do turno. 2 Deste modo, cada atividade foi descrita e foram apresentados exemplos de contramedidas para eliminar desperdícios observados. Esta fase na qual se eliminam etapas desnecessárias é chamada de <i>kaizen</i> no papel.
3-Quais são os elementos de trabalho para se fazer um item? 4-Qual é o tempo real necessário para cada elemento de trabalho?	4-Coletar elementos de trabalho do ciclo e definir o tempo real para executá-los (eliminar atividades que não agregam valor)	3 No caso das atividades dentro do ciclo, a coleta de dados foi feita pela aplicação típica da FEP, através da identificação dos elementos de trabalho e cronometragem dos mesmos. Como na etapa anterior, também foi proposta a eliminação de desperdícios por meio do <i>kaizen</i> no papel. Após isso, foi elaborado o GBO atual.
5-Seu equipamento pode operar de acordo com o <i>takt time</i> ? 6-Qual o nível de automação?	5-Verificar se a máquina pode operar de acordo com o <i>takt</i> e ajustar se necessário	Na etapa 5 comparou-se a capacidade produtiva das máquinas em relação ao <i>takt</i> e chegou-se à quantidade ideal de máquinas para o serviço; deste modo, conseguiu-se reduzir a quantidade de máquinas que estavam sendo utilizadas.

Fonte: Próprio autor

Quadro 4.6 – Detalhamento das etapas de aplicação do método do TP em serviços de construção
(*contin.*)

7-Como organizar o processo físico para que uma pessoa possa fazer um item da maneira mais eficiente possível?	6-Organizar layout de trabalho	Nesta etapa foram identificados desperdícios de deslocamento e transporte contidos no estado atual (diagrama de espaguete). Em seguida foi proposto um layout levando em consideração a distribuição de material e máquina no pavimento onde o serviço seria executado.
8-Quantos operadores são necessários para atender o <i>takt time</i> ?	7-Calcular quantos funcionários são necessários	Nesta etapa utiliza-se a fórmula abaixo para se calcular a quantidade necessária de operadores: Nº de operadores = Soma dos elementos de trabalho/ <i>takt time</i> Também é apresentado nesta etapa o GBO Futuro.
9-Como distribuir o trabalho entre os operadores?	8-Distribuir o trabalho entre os funcionários	Após uma análise apurada do GBO atual e do cálculo do número de operadores no item anterior foi proposto uma tabela de combinação do trabalho padronizado de modo a se combinar o trabalho em relação ao <i>takt</i> . Também foi projetado o DTP (Diagrama de Trabalho Padronizado)
10-Como você vai programar o processo puxador? 11-Como o processo puxador reagirá às mudanças da demanda do cliente?	-	Tais perguntas não se tornam aplicáveis ao contexto da construção, pois as atividades são programadas de acordo com um planejamento que deve estar dentro do prazo estipulado para a execução do empreendimento. Caso haja algum atraso, o planejamento pode ser refeito para que consiga atingir o prazo estipulado para cada serviço, principalmente visando o atendimento do prazo do empreendimento.
12-Planejamento e implantação	9-Implementar	Comunicar, treinar, implantar todas as decisões definidas nas etapas anteriores.
13-Manutenção e incorporação de melhorias	10-Manter e melhorar	Auditar, fazer a solução de problemas e implantar a melhoria contínua.

Fonte: Próprio autor

O método definido neste item foi usado como base para a etapa de seguinte (Estudo de caso 3).

4.5 ESTUDO DE CASO 3 – IMPLANTAÇÃO

4.5.1 Aplicação do método proposto em um serviço de assentamento de azulejo

Para a realização deste teste de implantação seguiu-se o método preliminar para aplicação do TP em serviços de construção (item 4.4) gerado nos dois casos anteriores.

Neste caso tentou-se abranger todas as etapas do fluxograma com exceção da etapa 5, pois o serviço escolhido não utilizava máquinas

Seguem as etapas de aplicação do método no caso estudado.

a) Etapa 1: Escolher serviço

O serviço escolhido foi a execução de cerâmica nas paredes¹⁹. Também se utilizou os critérios já mencionados em outras etapas, como: alta repetição durante a execução do seu ciclo e boa disponibilidade de materiais, mão-de-obra e máquinas.

b) Etapa 2: Definir o *takt*

Para este caso o *takt time* extraído do cronograma da obra que estabelecia 10,5 meses para um total de 44 apartamentos foi **5 dias/apto**, consideraram-se 21 dias úteis/mês. A obra trabalha em um regime de 8,75 horas de trabalho de segunda a quinta e na sexta 8 horas, resultando em uma média de 8,6 horas/dia trabalhado (43 horas/semana). Um apartamento tem 817 peças de cerâmicas e o tempo disponível para executá-lo é 5 dias trabalhados, ou 154.800 s ($5 \times 60 \times 60 \times 8,6$), o que gera um *takt* de **189 seg./cerâmica** (154.800 s /817 cerâmicas).

¹⁹ Não considerou-se o serviço de rejuntamento.

c) Etapa 3: Coletar atividades fora do ciclo e tentar eliminá-las

A primeira ação foi detalhar as atividades executadas pelo pedreiro em um turno de trabalho. Para tanto se utilizou uma planilha que consiste em uma simplificação da FEP. Nesta etapa cronometrou-se as atividades realizadas pelo pedreiro durante um dia de trabalho e anotou-se em um planilha. Parte dessa planilha segue no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 – Trechos da folha de estudo de processo em um turno (Caso 3)²⁰

Período	Horário	Intervalo	Atividade Executada pelo Pedreiro	Observação
Manhã (início do trabalho)	08:37:50	00:00:16	Iniciou 17º ciclo	-
	08:38:06	00:01:26	Parou ciclo e cortou cerâmicas	-
	08:39:32	00:00:29	Finalizou 17º ciclo	-
	08:40:01	00:00:09	Organizou espaço físico do banheiro	-
Manhã (meio do período)	09:21:10	00:00:51	Marcou e cortou uma cerâmica	
	09:22:01	00:01:29	Executou 31º ciclo	
	09:23:30	00:02:52	Mudou para outro compartimento	Não finalizou o banheiro por falta de serra circular
	09:26:22	00:10:38	Nivelou banheiro para assentar cerâmica	Um ajudante ajudou neste serviço
	09:37:00	00:04:01	Marcou cerâmicas e levou para central de corte	Voltou com peças cortadas e riscadeira
Tarde (final do trabalho)	16:21:50	00:02:30	Executou 134º ciclo	
	16:24:20	00:02:49	Executou 135º ciclo	
	16:27:09	00:00:52	Executou 136º ciclo	
	16:28:01	00:00:29	Lavou as mãos	
	16:28:30	00:29:33	Desceu para ir ao RH	Foi resolver problemas referentes ao vale transporte
	16:58:03	00:05:12	Chegou e descansou	

Fonte: Próprio autor

Legenda: □ Execução de atividade do ciclo e ■ Execução de atividade fora do ciclo

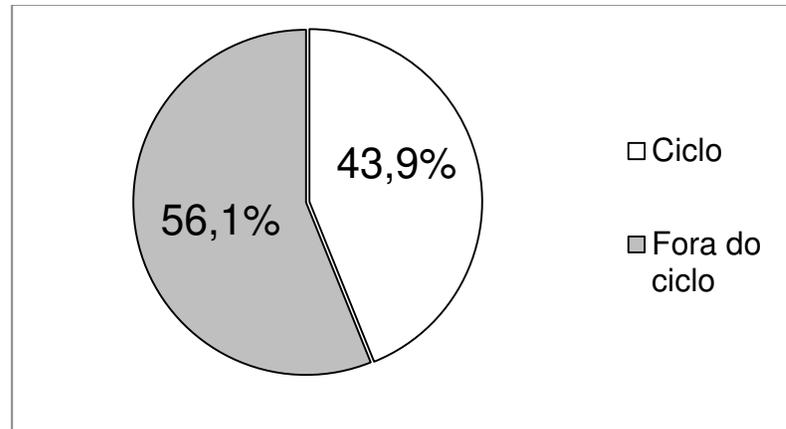
Os dados da planilha foram coletados em um período de trabalho de 8h45min²¹. Deste modo, foram coletados dados no período da manhã (07h30min às 11h30min) e da tarde (12h30min às 17h15min).

A Figura 4.23 mostra a porcentagem em relação ao tempo gasto na realização de atividades dentro e fora do ciclo.

²⁰ A versão completa deste documento pode ser encontrada no Apêndice B deste trabalho.

²¹ Em Fortaleza trabalha-se de segunda a quinta 08h45min e na sexta 08h, totalizando 43 horas semanais.

Figura 4.23 – Distribuição das atividades dentro e fora do ciclo (Caso 3)



Fonte: Próprio autor

Pode-se perceber ao analisar a Figura 4.23, que 43,9% (03h50min25s) do tempo do pedreiro foram empregados na realização de atividades do ciclo e 56,1% (04h54min35s) com a realização de atividades fora do ciclo.

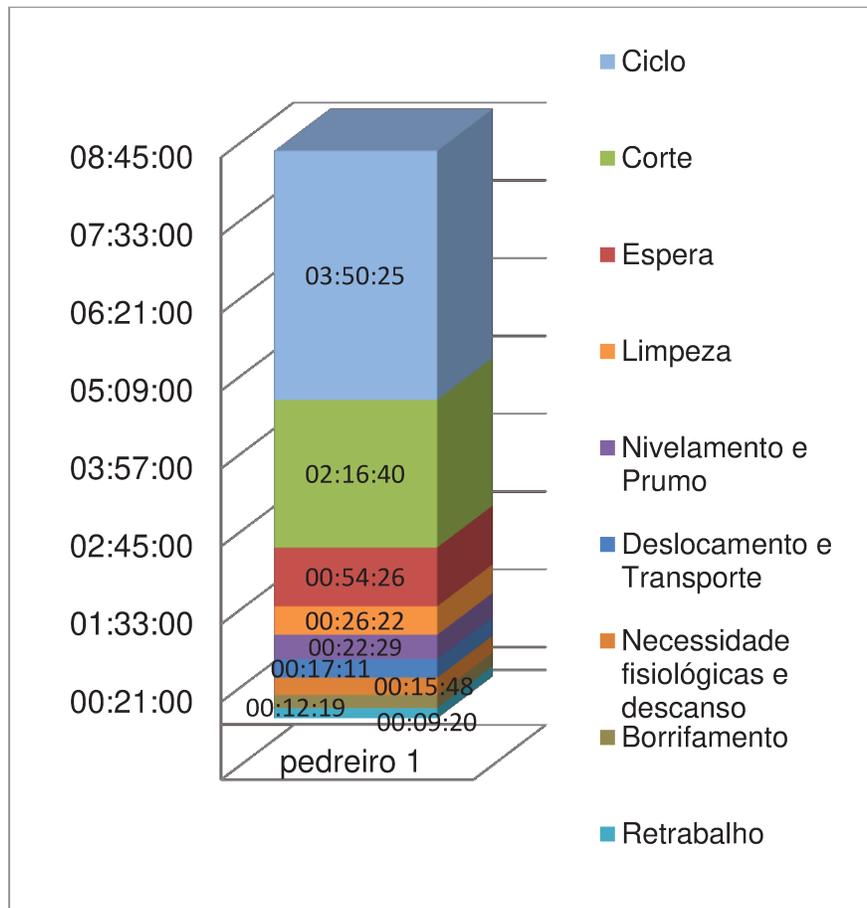
As atividades que foram consideradas como ciclo são as atividades que são inerentes ao assentamento e que serão discutidas com maior profundidade no item posterior. As atividades fora do ciclo são atividades que não agregam valor, são estas: espera, retrabalho, deslocamento, transporte, corte, limpeza, necessidades fisiológicas, nivelamento e prumo.

Ao adotarmos a classificação de trabalho usada por Ohno (1997), pode-se considerar que as atividades de espera, retrabalho, deslocamento e transporte são desperdícios, já as atividades de corte, limpeza, necessidades fisiológicas, nivelamento e prumo são trabalhos incidentais. Nesta etapa serão abordadas somente as atividades fora do ciclo.

Para uma maior discussão sobre as atividades que ocorriam fora do ciclo, foi feito um gráfico de balanceamento de operador no turno (Figura 4.24), baseado na FEP do turno. Observa-se na Figura 4.24 que das atividades fora de ciclo a que apresenta um maior percentual é a atividade de corte (26%). A

atividade de espera também apresenta um percentual razoável, aproximadamente 10%.

Figura 4.24 – Gráfico de balanceamento do operador no turno (estado atual)- Caso 3



Fonte: Próprio autor

No Quadro 4.8 segue uma análise descritiva de cada uma das atividades realizadas fora do ciclo.

Ao analisar o Quadro 4.8, percebe-se que algumas atividades podem ser eliminadas ou mitigadas, como: retrabalho e espera; outras atividades podem ser atenuadas e repassadas para o ajudante, como: deslocamento, transporte, limpeza, borrifamento e corte, outras atividades podem ser mantidas com o pedreiro, como: nivelamento e prumo. Logicamente que o descanso e as necessidades fisiológicas estão inerentes a cada funcionário.

Quadro 4.8 – Análise descritiva das atividades realizadas fora do ciclo (Caso 3)

Tempo desperdiçado	Categoria	Descrição
02:16:40	Corte	Na atividade de corte pôde ser notado em campo que somente o pedreiro marcava e cortava as peças cerâmicas. Além disso, a central de corte não estava funcionando adequadamente, pois o pedreiro responsável por cortar as peças, incluindo as do piso e da fachada era retirado de sua função para fazer reparos em outros serviços.
00:54:26	Espera	Do total de 54 minutos consumidos pela atividade de espera, 30 minutos foram gastos ao final do expediente, quando o funcionário foi resolver problemas burocráticos no Departamento de Recursos Humanos da obra. Os 24 minutos restantes foram gastos na espera de materiais (argamassa colante e cerâmica).
00:26:22	Limpeza	Esta atividade ocorria geralmente quando iria iniciar a execução da cerâmica em outro cômodo. Ao final do expediente foram consumidos 11 minutos para fazer a limpeza final no pavimento trabalhado.
00:22:29	Nivelamento e prumo	A atividade de nivelamento e prumo é uma atividade técnica e que o pedreiro usava constantemente para verificar se as cerâmicas não ficariam contrafiadas.
00:17:11	Deslocamento e transporte	Na maior parte das vezes em que esta atividade ocorreu foi quando o seu ajudante estava ausente e o pedreiro foi a central de corte deixar as cerâmicas.
00:15:48	Necessidades fisiológicas e descanso	Como a empresa em que ocorreu a pesquisa utilizava banheiros e bebedouros em pavimento intermediários, este tempo juntamente com o tempo de deslocamento não foi elevado.
00:12:19	Borrifamento	Geralmente esta atividade era executada antes do assentamento da cerâmica em uma área da parede com intuito de umedecer a parede para que a argamassa não retraísse muito.
00:09:20	Retrabalho	Ocorreu em sua maior parte para retirar as sobras de argamassa deixadas pela execução do reboco, principalmente nos cantos entre paredes.

Fonte: Próprio autor

d) Etapa 4: Coletar elementos de trabalho do ciclo e definir o tempo real para executá-los (eliminar atividades que não agregam valor)

Para coletar os dados das atividades do ciclo, utilizou-se a folha de estudo de processo. A Figura 4.25 mostra a folha de estudo de processo com os dados coletados *in loco*.

Após o preenchimento da FEP chegou-se a um tempo de ciclo de 63 segundos, levando em consideração o critério de adotar o menor tempo repetitivo por elemento de trabalho. Ao observar a FEP, pode-se dizer que a abordagem do *kaizen* no papel também pode ser feita através da eliminação dos desperdícios mostrados nas observações da FEP. Outras observações foram feitas e serão melhor discutidas no plano de implantação (Quadro 4.9).

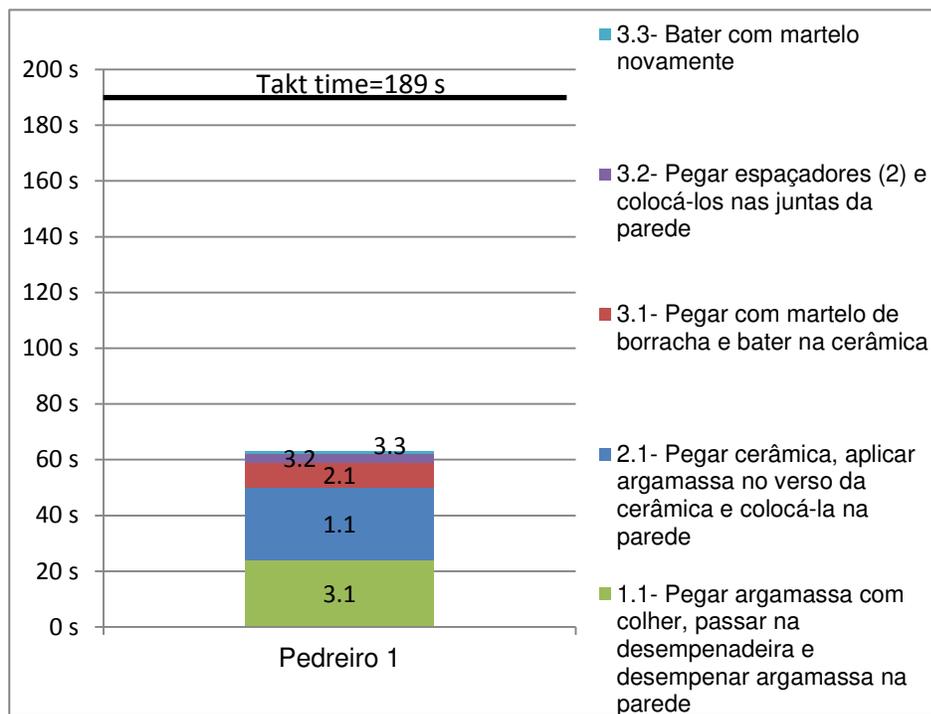
Figura 4.25 – Folha de estudo de processo (ciclo de assentamento de azulejo)

FOLHA DE ESTUDO DO PROCESSO														
ESTUDO DO PROCESSO		Processo: Assentamento de cerâmica na parede	Realizado por: Renato Mariz										Data/Hora: 04/01 às 09:05 hrs	Página: 1
Operador	Etapas do processo	Funcionário: Pedreiro Reginaldo	Tomada de tempos										Menor Repetitivo	Observações*
		Elemento de Trabalho												
Pedreiro Reginaldo	1- Aplicar argamassa no piso	1.1- Pegar argamassa com colher, passar na desempenadeira e desempenar argamassa na parede	17 s	24 s	16 s	27 s	33 s	46*	60 s*	24 s	35 s	33 s	24 s	Demorou mais, pois havia pontos hidráulicos.
	2- Desempenar a argamassa	2.1- Pegar cerâmica, aplicar argamassa no verso da cerâmica e colocá-la na parede	22 s	25 s	26 s	21 s	23 s	37*	44 s*	26 s	26 s	27 s	26 s	Quando ele assenta utilizando andaime ou banco ele desce para pegar cerâmica . Passou mais argamassa, pois quando subiu no andaime percebeu que estava faltando. Peça com ponto hidráulico demorou mais.
	3- Assentar o porcelanato no piso	3.1- Pegar com martelo de borracha e bater na cerâmica	11 s	9 s	14*	12 s	9 s	16*	21*	8 s	20 s	22 s	9 s	Bateu outra cerâmica também. Bateu mais vezes para nivelar a cerâmica. Peça com ponto hidráulico demorou mais.
		3.2- Pegar espaçadores (2) e colocá-los nas juntas da parede	4 s	6 s	4 s	8 s	3 s	2 s	10 s	5 s	3 s	3 s	3 s	
		3.3- Bater com martelo novamente	-	-	2 s	-	1 s	1 s	10 s	-	2 s	-	1 s	Alguns ciclos não necessitam deste elemento.
Total			54 s	64 s	62 s	68 s	69 s	102 s	145 s	63 s	86 s	85 s	63 s	

Fonte: Próprio autor

O GBO atual (Figura 4.26) foi elaborado com base nos dados gerados pela FEP (Figura 4.25) e mostra os elementos de trabalho do assentamento do porcelanato em relação ao *takt time*.

Figura 4.26 – Gráfico de balanceamento do operador (estado atual) – Caso 3



Fonte: Próprio autor

Observa-se ao analisar a Figura 4.26 que o tempo de ciclo do pedreiro ficou abaixo do *takt time*, portanto poderiam ser incorporadas mais atividades para o pedreiro, ou poderia ser reduzido no cronograma o tempo para execução de azulejo.

e) Etapa 6: Organizar layout de trabalho

Nesta etapa vale ressaltar algumas das práticas já adotadas pela empresa visando atenuar os desperdícios inerentes ao deslocamento e transporte. Algumas destas são:

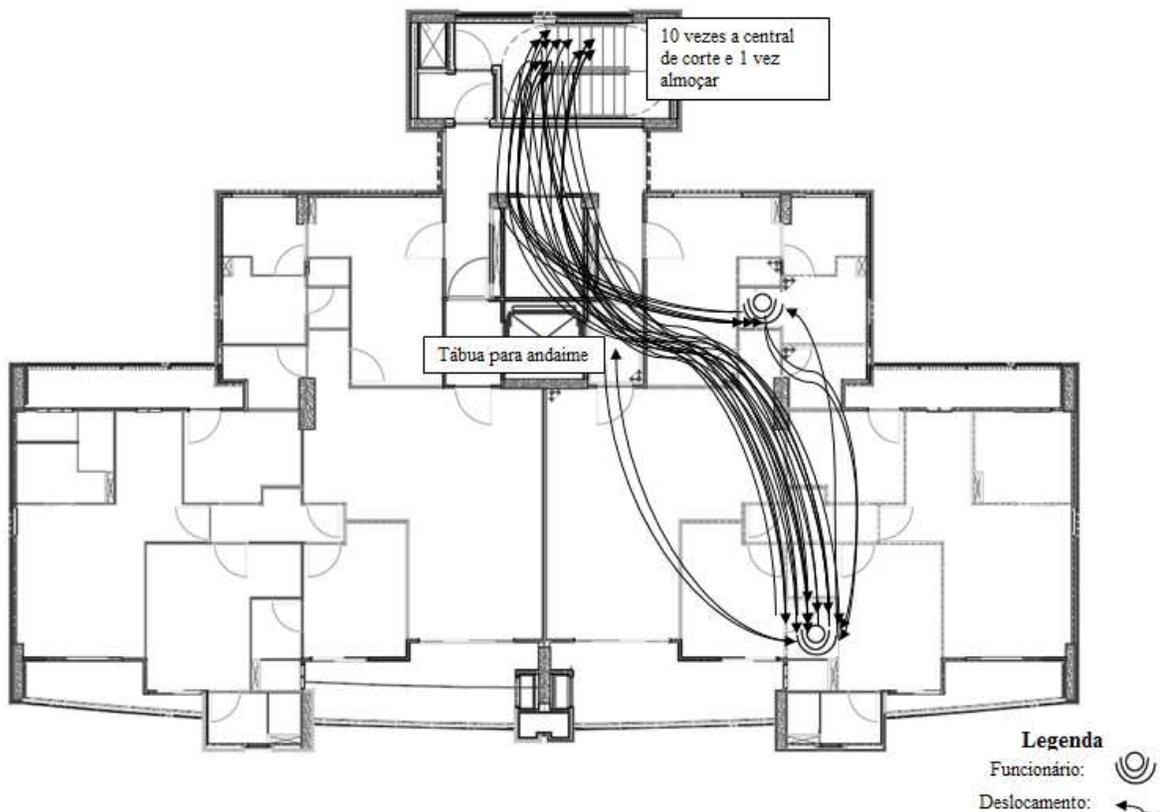
- Utilização de supermercados de cerâmicas e argamassa colante no pavimento trabalhado;
- Adoção de *kanban* para produção de argamassa e para transporte de materiais;

- Uso de *andon* para evidenciar as paradas e principalmente as contramedidas tomadas para evitar práticas recorrentes de erros;
- Instalação de bebedouros e banheiros em pavimentos intermediários;
- Utilização de bateadeira fixa para argamassa colante.

Entretanto ainda pôde ser notado ao analisar o diagrama de espaguete (Figura 4.27) o deslocamento excessivo no pavimento.

A distância percorrida em um dia de trabalho somente com atividades realizadas fora do ciclo, foi estimada em 570 m (desconsiderou-se o deslocamento até o posto de trabalho, a saída ao final do expediente e movimentações na realização no ciclo).

Figura 4.27 – Diagrama de espaguete do 22º pavimento (assentamento de azulejo)



Fonte: Próprio autor

Muito do tempo foi desperdiçado com o deslocamento do pedreiro até a central de corte, próxima à escada no pavimento inferior ao trabalhado.

f) Etapa 7: calcular quantos funcionários são necessários

Quando o estudo foi realizado, a construtora que estava executando o serviço de assentamento de azulejo tinha 2 equipes de 2 pedreiros e 1 ajudante. Cada equipe estava finalizando 1 apartamento em 3 dias, ou seja, cada apartamento ficava pronto em 1 dia. Valor este abaixo do *takt* que é 5 dias/apartamento, ou 189 seg./peça de cerâmica.

De acordo com Rother e Harris (2002) a fórmula para dimensionar a quantidade de funcionários é:

Soma dos elementos de trabalho (após *kaizen* no papel) / *takt time*=
(63) /189 = 0,33 pedreiro

Assim sendo, os dados indicam que somente 1 pedreiro (arredondou-se o valor de 0,33 para 1 de acordo com o critério de Rother e Harris (2002) seria necessário para executar o serviço que foi feito por 4 pedreiros. Como já mencionado no Caso 1, também foi calculada a quantidade de pedreiros utilizando uma tolerância para alívio da fadiga e para atendimento às necessidades pessoais que para este estudo acrescentou-se 25%, conforme item 2.7, ou seja, 16s (63s x 0,25), portanto a soma dos elementos de trabalho seria 79 (63+16). Este valor representa o tempo de ciclo planejado. Ainda assim, o resultado seria de 0,42 (79/189), ou seja, aproximadamente 1 pedreiro.

g) Etapa 8: Distribuir o trabalho entre os funcionários

Como já identificado em etapas anteriores, o pedreiro ficaria responsável em executar as atividades do ciclo de assentamento, nivelamento e prumo das cerâmicas, já o ajudante o acompanharia executando as algumas atividades fora do ciclo (corte, limpeza, borrifamento, deslocamento e transporte).

Na atividade do ciclo de assentamento, analisaram-se quais atividades poderiam ser repassadas para o ajudante e conclui-se que o elemento de trabalho 2.1 (pegar cerâmica, aplicar argamassa no verso e colocá-la na parede) poderia

ser repassado para o ajudante. É importante destacar que o ajudante anteriormente só fazia abastecimento de materiais e limpeza do local de trabalho.

h) Etapa 9: Implementar

Nesta etapa o primeiro passo foi a realização de uma reunião, na qual participaram: dois engenheiros, uma estagiária e um coordenador de logística da empresa, o pesquisador atuou como mediador. Nesta reunião foram apresentados todos os dados obtidos na coleta. Após isso, foi realizada uma discussão com intuito de propor contramedidas. Após esta reunião chegou-se ao seguinte plano de implantação (Quadro 4.9).

Quadro 4.9 – Plano de Implantação

Tarefa	Responsável	2ª semana/janeiro					3ª semana/janeiro					Revisão
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Treinamento Introdutório	Pesquisador e Engenheiro		○									
Programar <i>kanbans</i> (cerâmica e argamassa colante)	Coordenador Logística			○	○							
Ajudante abastecer o pedreiro com argamassa colante	Coordenador Logística				○							
Abastecer cortes na central (pedreiro não realizar nenhum corte)	Coordenador Logística				○							
Limpeza somente pelo ajudante	Estagiária				○							
Ajudante encher tardez das cerâmicas (verso) com argamassa colante (quando estiver fazendo panos longos)	Estagiária				○							
Dedicação do operador da central de corte somente para este serviço (revestimento interno e externo)	Coordenador Logística				○							
Implantação e manutenção do QAP	Pesquisador e Estagiária							○				

Legenda: ○ Início proposto ● Início real □ Na meta ▲ abaixo da meta

Fonte: Próprio autor

O plano, foi apresentado aos funcionários que o validaram. A partir daí, foi elaborado um relatório em formato A3 (Figura 4.28) resumindo as principais informações do serviço e passos importantes para esta implantação do trabalho padronizado.

Figura 4.28 – Relatório em A3 elaborado pelos membros da reunião

CROLIM_OBRA PAÇO VERDE

IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO NO SERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE CERÂMICA NA PAREDE

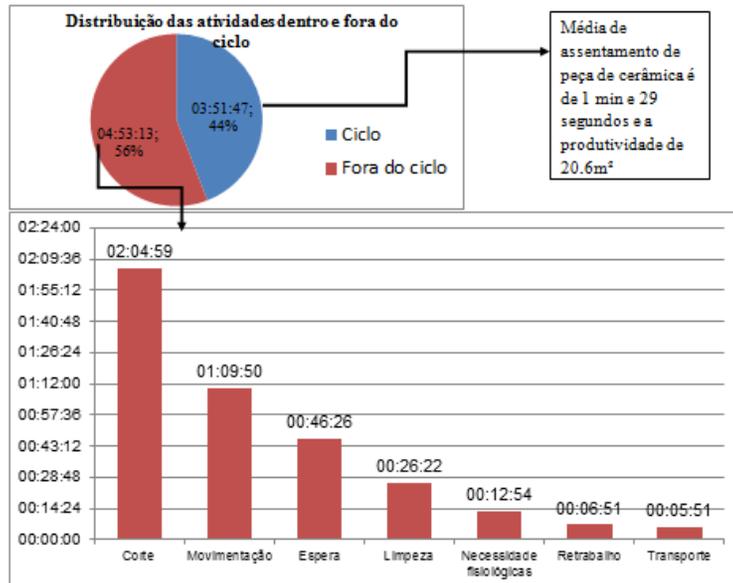
BACKGROUND

Serviço: assentamento de cerâmica nas paredes

- Cerâmica 43 x 43 cm
- Equipe com produtividade abaixo das demais
- Serviço com muito desperdício

CONDIÇÃO ATUAL

- Central de argamassa estava 2 pavimentos abaixo do local de trabalho
- Operador da central de corte está realizando outros serviços (rasgo de dutos para ar-condicionado)
- Pedreiro produz 20,6m² de cerâmica por dia



CONDIÇÃO META

- Melhoria de produtividade 10% (22,5m²)
- Melhorar porcentagem de atividade de ciclo de 44% para 48%
- Melhoria na qualidade final do serviço
- Pedreiro realizar somente atividades do ciclo e ajudante realizar as atividades fora do ciclo
- Reduzir 50% dos desperdícios com corte, 20% de movimentação e 30% com espera.

IMPLEMENTAÇÃO

Tarefa	Responsável	2ª semana/janeiro					3ª semana/janeiro					Revisão	
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Treinamento Introdutório	Pesquisado e Engenheiro	○											
Programar kanbans (cerâmica e argamassa cola)	Coordenador de Logística			○	○								
Ajudante abastecer o pedreiro com argamassa colante	Coordenador de Logística				○								
Abastecer cortes na central (pedreiro não realizar nenhum corte)	Coordenador de Logística				○								
Limpeza somente pelo ajudante	Estagiária				○								
Ajudante enchar tardo das cerâmicas (verso) com argamassa colante (quando estiver fazendo panos longos)	Estagiária				○								
Dedicação do operador da central de corte somente para este serviço (revestimento interno e externo)	Coordenador de Logística				○								
Implementação do QAP	Pesquisador e Estagiária								○				

Legenda: ○ Início proposto ● Início real □ Na meta ▲ abaixo da meta

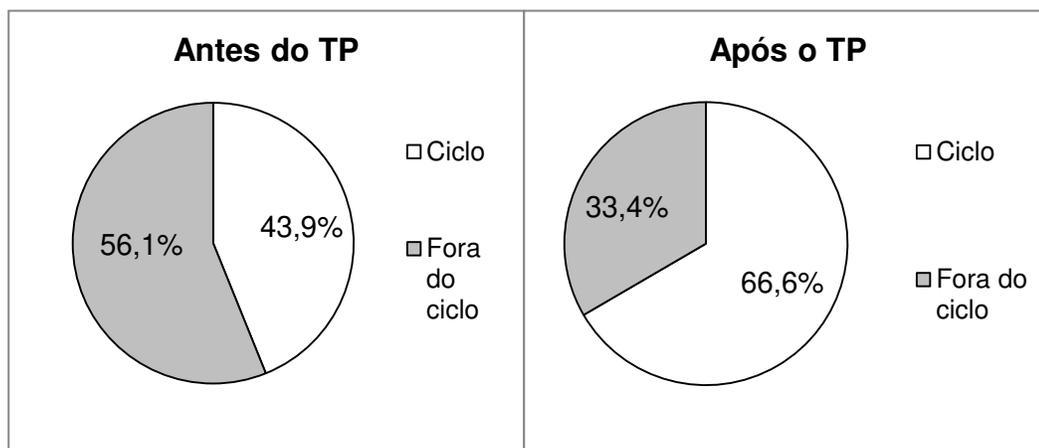
INDICADORES

	Produtividade	Atividade realizada dentro do ciclo
Atual	20,6m²	44%

Fonte: Próprio Autor

Aplicaram-se então estas contramedidas e coletaram-se novos dados para verificar se houve ou não melhorias. Seguem abaixo alguns dos resultados e comparativos antes e após a implantação do método:

Figura 4.29 – Distribuição das atividades dentro e fora do ciclo após implantação do TP



Fonte: Próprio autor

Ao analisar a Figura 4.29, percebe-se que as atividades realizadas dentro do ciclo passaram de 43,9% para 66,6%, ou seja, um acréscimo de 22,7%. Logicamente que as atividades de fora do ciclo de assentamento foram reduzidas na mesma porcentagem. A redução foi de 56,1% para 33,4%.

Ao analisar o ciclo, também percebe-se que a média de assentamento de ciclo de cerâmica antes da aplicação das contramedidas era de 1min e 42seg (3h50min25s/136 ciclos). Após a implantação essa média passou para 1min e 28seg (5h39min37s/239 ciclos).

A Figura 4.30 ilustra a tabela de combinação do trabalho padronizado após a implantação do TP. Pode ser observado que o elemento de trabalho 2.1 que anteriormente era realizado pelo pedreiro passou a ser executado pelo ajudante. O que pode ter ocasionado essa redução na média do assentamento.

Figura 4.30 – Tabela de combinação do trabalho padronizado do assentamento de azulejo após implantação do TP

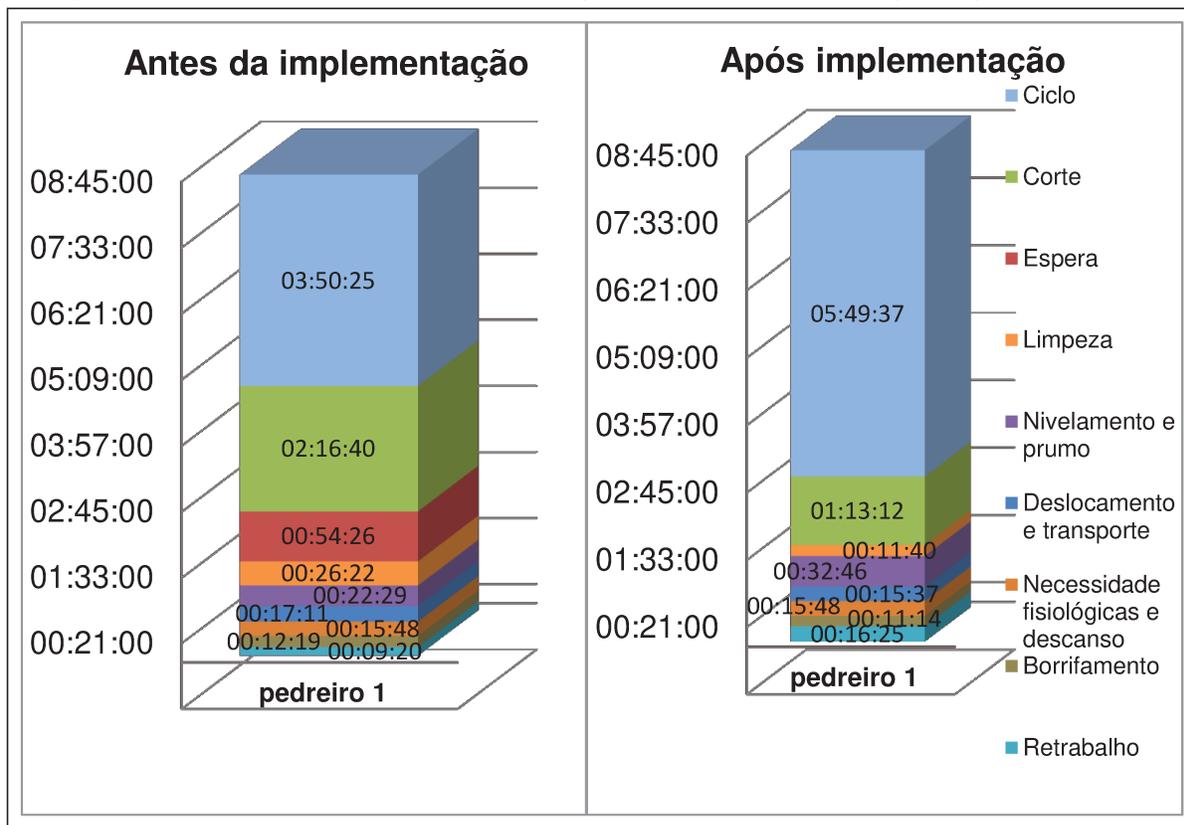
Elemento de Trabalho		Tempo (seg)			Segundos												
		Manual	Auto	Caminhada	25	50	75	100	125	150	175	200					
Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado		De: Pegar argamassa com colher, passar na desempenadeira e desempenar	Data: 14/01/2012	Unidades necessárias por dia: 164	Manual (cada unidade é igual a 5s)												
		Para: Bater com martelo novamente	Área: Canteiro de obras	Takt-time: 189s	Automático (cada unidade é igual a 5s)												
				Tempo de ciclo planejado: 142s	Caminhada (cada unidade é igual a 5s)												
Operador de Betoneira	Pedreiro	1.1- Pegar argamassa com colher, passar na desempenadeira e desempenar argamassa na parede	24 s	-	-	[Gantt chart bar from 0 to 24s]											
	Ajudante	2.1- Pegar cerâmica, aplicar argamassa no verso da cerâmica e colocá-la ao lado do pedreiro	26 s	-	-	[Gantt chart bar from 0 to 26s]											
	Pedreiro	3.1- Colocar cerâmica na parede, pegar martelo de borracha e bater na cerâmica	9 s	-	-	[Gantt chart bar from 0 to 9s]											
		3.2- Pegar espaçadores (2) e colocá-los nas juntas da parede	3 s	-	-	[Gantt chart bar from 0 to 3s]											
		3.3- Bater com martelo novamente	1 s	-	-	[Gantt chart bar from 0 to 1s]											

Fonte: Próprio autor

Resolveu-se fazer também a análise por atividade e chegou-se ao novo GBO do turno (Figura 4.31) baseado também em outra FEP (Apêndice C).

A Figura 4.31 faz uma comparação entre o GBO do turno antes e após a implementação do trabalho padronizado

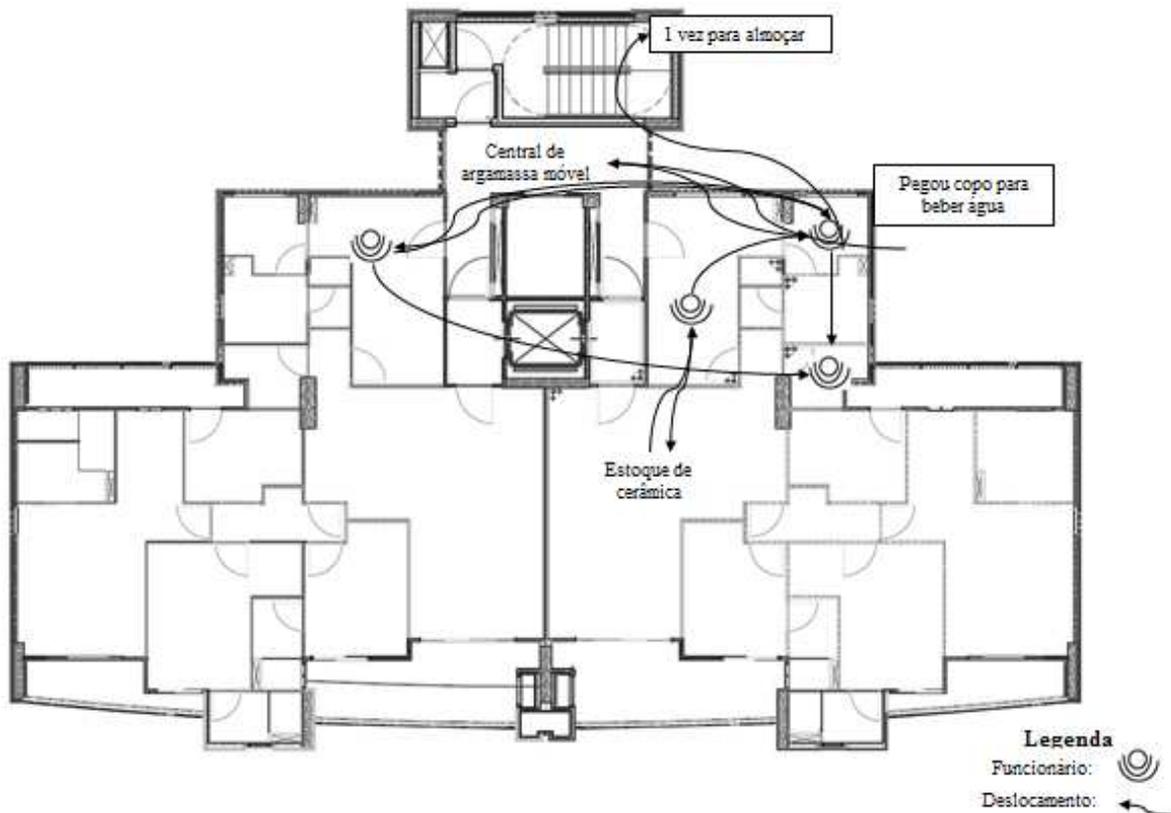
Figura 4.31 – Gráfico de balanceamento do operador no turno antes e após implantação do TP



Fonte: Próprio autor

Ao analisar a Figura 4.31, observa-se que por meio das medidas aplicadas que estavam no plano de implantação conseguiu-se reduzir o tempo gasto com a atividade de corte em 50%. Ainda eliminou-se o tempo de espera e reduziu-se o tempo gasto com limpeza e deslocamento e transporte. No caso do deslocamento, o pedreiro apesar de trabalhar em mais cômodos ainda conseguiu reduzir o tempo desta atividade como ilustra o novo diagrama de espaguete (Figura 4.32). Já as atividades de nivelamento, prumo, retrabalho aumentaram devido a proporcionalidade em relação ao aumento de quantidade de azulejos assentados, entretanto esse aumento não foi tão significativo. O borrifamento e necessidades fisiológicas e descanso mantiveram-se praticamente iguais.

Figura 4.32 – Diagrama de espaguete do 23º pavimento (assentamento de azulejo) após implantação do TP



Fonte: Próprio autor

Ao comparar o diagrama de espaguete antes e após a implantação do TP (Figuras 4.27 e Figura 4.32) percebe-se que o fluxo do pedreiro ficou mais enxuto, ou seja, ele reduziu de 570 metros para 130 metros percorridos durante um dia de trabalho.

O tempo de deslocamento e transporte não reduziu proporcionalmente, pois nele foram considerados deslocamentos dentro do cômodo já no diagrama de espaguete consideraram-se deslocamentos entre cômodos.

Algumas destas melhorias podem ser vistas no Quadro 4.10 abaixo:

Quadro 4.10 – Melhorias implementadas por meio do TP

Melhorias	Figura
<p>A redução na atividade de corte realizada pelo pedreiro deve-se também ao fato de o ajudante (camisa vermelha) passar a realizar essa atividade, principalmente quando as peças a ser cortadas não eram de canto ou de pontos hidráulicos, que requerem mais técnica.</p>	
<p>Quando tinha período livre entre o abastecimento de massa, limpeza e corte, o ajudante também assentava cerâmica.</p>	
<p>O ajudante algumas vezes preenchia o tardo (verso da cerâmica) com argamassa para agilizar o serviço do pedreiro.</p>	
<p>Outras vezes o ajudante deixava um estoque de cerâmica com o tardo preenchido por argamassa com intuito de otimizar o serviço do pedreiro. Geralmente este estoque ficava no máximo de 6 peças de azulejos, pois atentou-se para o tempo em aberto da argamassa colante.</p>	

Fonte: Próprio autor

A análise referente a produtividade do pedreiro será discutida no item 4.5.3.1.

i) Etapa 10: Manter e melhorar

Com intuito de avaliar diariamente a produtividade e problemas ocorridos durante a produção, optou-se por introduzir, conforme o plano de implantação, o Quadro de Análise da Produção (QAP), por meio do qual os funcionários da produção e administração passam a ter melhor controle da produtividade. Desse modo, os problemas podem ser imediatamente detectados e solucionados. Na Figura 4.33, o QAP é preenchido pelo funcionário do estudo.

Figura 4.33 – Funcionário utilizando o QAP



Fonte: Próprio autor

Na Figura 4.33 o funcionário registra ao final da manhã e da tarde a produtividade real, já que ao lado fica a meta da produtividade. Caso fique abaixo da meta, o pedreiro preenche na observação o motivo da queda.

4.5.2 Avaliação do método proposto para aplicação do trabalho padronizado no serviço de assentamento de azulejo

Após o teste de implantação concluiu-se que o método preliminar para aplicação do trabalho padronizado pode ser aplicado a serviços de construção.

Algumas adaptações serão feitas, principalmente referentes às etapas 10 e 11 que ainda não haviam sido abordadas. O Quadro 4.11 mostra a avaliação dos documentos e ferramentas do trabalho padronizado aplicado neste caso.

Quadro 4.11 – Avaliação da aplicação dos documentos do trabalho padronizado no serviço de execução de azulejo

Documentos	Avaliação
Folha de Capacidade de Produção	Não foi aplicado, pois o serviço não exigia a utilização de máquinas que pudessem ser realizado um estudo mais apurado.
Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado	A TCTP foi útil para ilustrar a execução de elementos de trabalho simultaneamente executados pelo pedreiro e ajudante.
Diagrama de Trabalho Padronizado	Não foi utilizado neste caso.
Folha de estudo de processo	A FEP tanto para o turno, quanto para o ciclo foram utilizadas. Através destas FEPs foram extraídos gráficos e análises mais apuradas sobre cada atividades puderam ser feitas.
Gráfico de balanceamento do operador	O GBO também foi útil para ilustrar o consumo realizado por cada atividade, deste modo facilitou-se o entendimento para que as atividades que consumiam mais tempo do pedreiro pudessem ser atenuadas.
Diagrama espaguete	O diagrama de espaguete antes e após a implantação do TP mostrou a redução do deslocamento do pedreiro no pavimento. Neste caso houve redução de aproximadamente 80%.
Relatório A3	Foi elaborado este relatório com intuito de identificar as condições atuais, as metas a serem alcançadas e o plano para alcance dessas metas. Foi realizado em um formato A3 para facilitar o entendimento de todos os envolvidos. Este documento foi muito útil, já que este ficava no pavimento de trabalho de modo que era acessível aos funcionários da produção e supervisor.
Quadro de Análise da Produção	Este quadro foi útil para o pedreiro acompanhar por turno (manhã e tarde) se a sua produtividade estava de acordo com as metas planejadas. Apesar de uma ferramenta útil, após a pesquisa não houve uma manutenção do uso da mesma.

Fonte: Próprio autor

Na reunião realizada com os engenheiros, estagiária e coordenador da logística surgiu um questionamento a respeito das atividades referentes ao ciclo e assim como no Caso 1 optou-se por considerar as atividades que estavam diretamente ligadas ao assentamento, ou seja, as atividades que constam na FEP do ciclo. No início da implantação das contramedidas houve certa resistência do pedreiro, porém com o passar da semana o mesmo mostrou-se bastante entusiasmado com as melhorias. Como a empresa já vem implementando o *Lean*

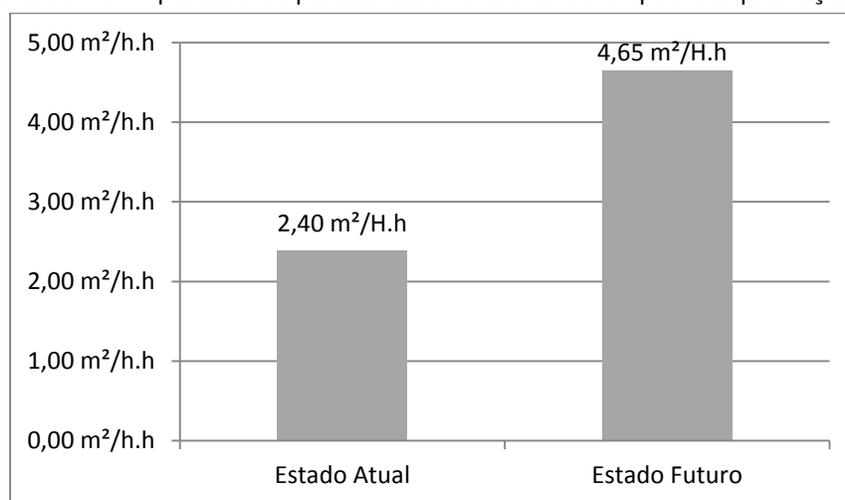
Thinking, o entendimento da administração e de alguns funcionários sobre a implantação do TP e de alguns documentos e ferramentas foi facilitado.

4.5.3 Avaliação dos dados quantitativos e qualitativos

4.5.3.1 Avaliação da produtividade

Houve aumento significativo da produtividade do pedreiro após a implantação das contramedidas. A produtividade praticamente dobrou (Figura 4.34). Estes dados também corroboram os dados mostrados no item 4.5.1.(h).

Figura 4.34 – Comparativo de produtividade entre antes e após a implantação do TP



Fonte: Próprio autor

O estudo de caso exploratório 1 (assentamento de porcelanato) indicou que, se fossem seguidos diversos cuidados na disciplina de implantação do TP, a produtividade poderia mais que triplicar. Os resultados práticos no estudo de caso 3 indicam que ao seguir o método no serviço de assentamento de azulejo a produtividade praticamente dobrou, ou seja, a produtividade pode ainda aumentar.

A TCPO (2008) adota a produtividade de 2,77 m²/H.h para o assentamento de azulejos, ou seja, valor próximo ao que estava ocorrendo (2,40

m²/H.h). Já o valor da produtividade após implantação do TP (4,65m²/H.h) superou o preconizado na TCPO (2008). Portanto, ao aumentar a produtividade o funcionário recebe um valor maior no seu salário já que o mesmo trabalha por tarefa e a empresa consegue reduzir seus prazos e reduzir custos, deste modo, consegue-se benefícios mútuos.

4.5.3.2 Avaliação qualitativa

Percebeu-se ao final deste estudo que os funcionários envolvidos ficaram satisfeitos com o alcance da meta e com o aumento de produtividade. Houve redução dos desperdícios já identificadas no item 4.5.1.h deste trabalho. Os funcionários relataram que o ambiente de trabalho ficou mais organizado e que a interação entre a equipe passou a ser mais sincronizada, ou seja, cada um passou a saber o que e quando deve ou não realizar determinada tarefa.

4.5.4 Considerações Finais

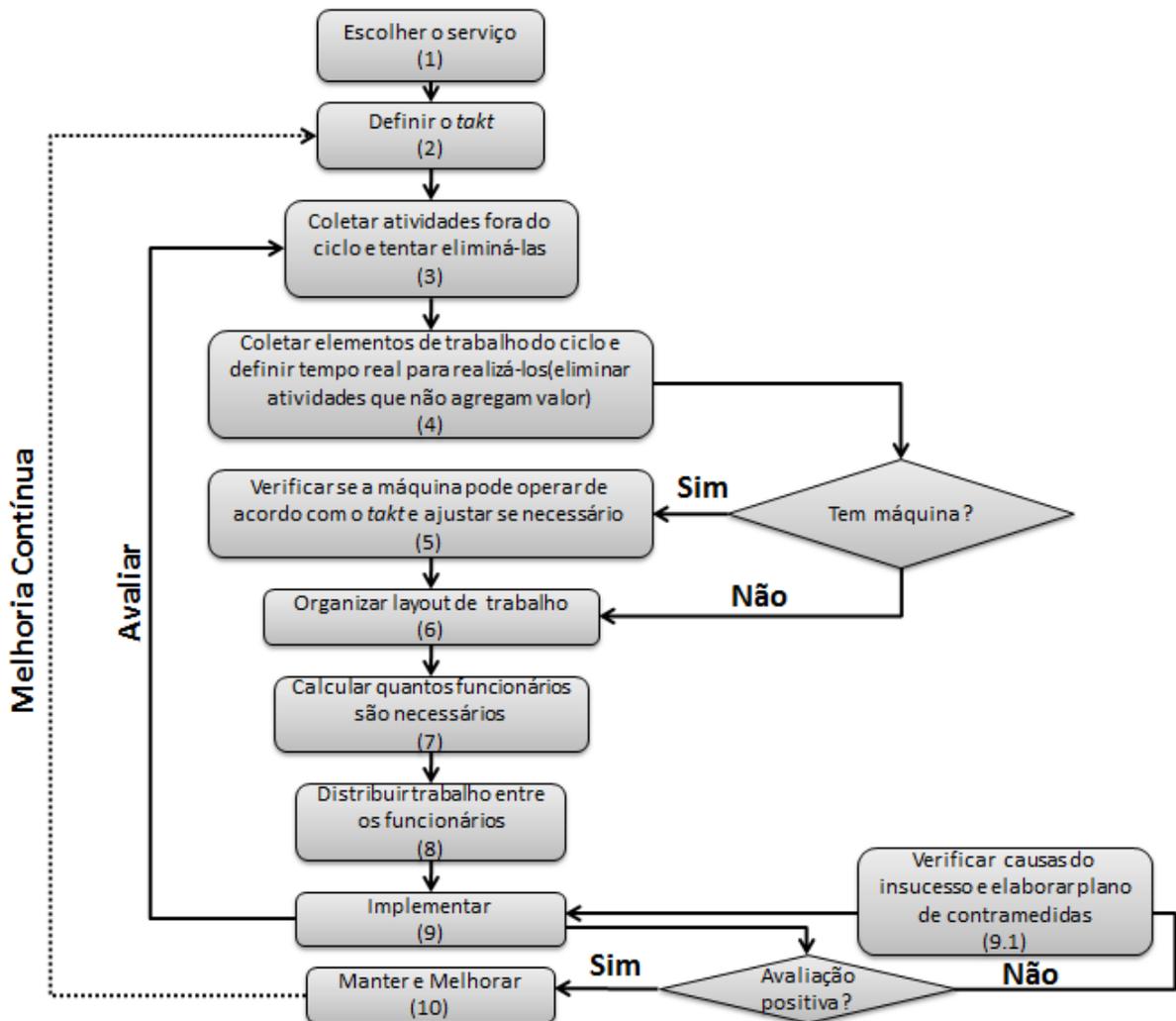
O método testado em um contexto real mostrou-se aplicável. Os resultados mostrados também indicam que o TP pode trazer benefícios significativos em relação à produtividade e à redução de desperdício. A implantação do TP em um ambiente *lean* facilitou sua aplicação e mostrou que antes da aplicação do TP é necessária uma estabilidade básica (item 2.3.2) no serviço, caso contrário a implantação pode falhar.

Por meio da aplicação prática do método preliminar identificou-se que poderiam ser incorporadas melhorias no mesmo. Portanto, houve uma modificação e foi proposta uma versão final deste método que será apresentado no item seguinte. Alguns aspectos, como: qualidade do serviço e segurança não foram avaliados com profundidade neste caso.

4.6 MÉTODO PROPOSTO

Segue na Figura 4.35 a versão proposta do fluxograma para aplicação do TP. Nesta figura as etapas estão enumeradas, os losangos são questionamento para dar sequência nas etapas e as setas indicam esta sequência. A seta pontilhada ao final indica que o processo obteve sucesso e que ainda assim poderá ser aperfeiçoado.

Figura 4.35 – Fluxograma para aplicação do trabalho padronizado em serviços de construção



Fonte: Próprio autor

Para um melhor entendimento em relação às etapas e aos documentos e ferramentas utilizados, foi elaborado o Quadro 4.12 que segue com maior detalhamento sobre o método. O método proposto consta do fluxograma da Figura 4.35 e do Quadro 4.12.

Quadro 4.12 – Relações entre as etapas e documento do TP

Etapas do método	Documento e Ferramentas	Comentários
1-Escolher serviço	-	Para escolher o serviço que será aplicado o método é indicado escolher serviços que tenham boa disponibilidade de materiais, mão-de-obra e máquinas, deste modo, ao TP cabe definir e aplicar o método.
2-Definir o <i>takt</i>	-	O <i>takt</i> é extraído do cronograma de execução da obra adotado pela construtora. A fórmula é : <i>Takt time</i> = tempo disponível/ demanda do cliente
3-Coletar atividades fora do ciclo e tentar eliminá-las	Folha de estudo de processo para o turno e gráfico de balanceamento do operador para o turno	4 Nesta etapa coleta-se um dia de trabalho do funcionário com intuito de conhecer os desperdícios que ocorrem diariamente, assim sendo, pode ser discutidas contramedidas para mitigar ou eliminar estes desperdícios. A folha de estudo de processos para o turno é o documento que coleta-se as atividades, já o GBO para o turno é o gráfico que serve para se fazer a análise do tempo.
4-Coletar elementos de trabalho do ciclo e definir o tempo real para executá-los (eliminar atividades que não agregam valor)	Folha de estudo de processo e gráfico de balanceamento do operador	5 Nesta etapa aprofunda-se ainda mais para conhecer os desperdícios que estão no ciclo de execução do funcionário. A FEP serve para coletar os elementos de trabalho e o GBO para fazer a análise em relação ao <i>takt</i> .
5-Verificar se o equipamento pode operar de acordo com o <i>takt</i> e ajustar se necessário	Folha de capacidade de produção e Gráfico de balanceamento de máquinas	Alguns serviços talvez não precisem passar por essa etapa, caso não usem máquinas. Caso utilizem máquinas deve-se verificar se as mesmas podem operar de acordo com o <i>takt</i> , ou seja, se elas poderão causar gargalos na produção. A folha de capacidade de produção mostra o tempo total em que um ciclo do produto é produzido, deste modo, pode ser comparado com o <i>takt</i> para verificar se a máquina tem ou não capacidade de atender. O gráfico de balanceamento de máquinas é um pouco mais ilustrativo e compara todas as máquinas usadas no serviço em relação ao <i>takt time</i> .
6-Organizar <i>layout</i> de trabalho	Diagrama de espaguete	Nesta etapa evidenciam-se os desperdícios ocorridos com deslocamento e transporte. Há uma maior discussão em relação a logística interna do serviço. O diagrama de espaguete ilustra o deslocamento do trabalhador no local de trabalho. Por meio desta discussão são apresentadas contramedidas para atenuar estes desperdícios.

Fonte: Próprio autor

Quadro 4.12 – Relações entre as etapas e documento do TP
(*contin.*)

7-Calcular quantos funcionários são necessários	-	Nesta etapa utiliza-se a fórmula abaixo para se calcular a quantidade necessária de operadores: $N^{\circ} \text{ de operários} = \frac{\text{Soma dos elementos de trabalho}}{\text{takt time}}$ Algumas vezes nesta etapa é feita uma proposta de GBO futuro baseado no número ideal de funcionários
8-Distribuir o trabalho entre os funcionários	Diagrama de trabalho padronizado e Tabela de combinação do trabalho padronizado	Nesta etapa o trabalho é distribuído entre os funcionários. A tabela de combinação de trabalho padronizado mostra como as atividades devem ser realizadas ao mesmo tempo entre funcionários diferentes ou entre funcionários e máquinas. O diagrama de trabalho padronizado ilustra através de um <i>layout</i> de trabalho o passo a passo que deve ser executado.
9-Implementar	Relatório A3	Nesta etapa são apresentados os dados atuais e são propostas contramedidas. Para implantação das contramedidas é elaborado um plano de implantação. O relatório A3 é um documento útil para apresentar os dados gerais, as metas e o plano de implantação. O plano deve ser colocado em ação e os dados são coletados novamente para verificar se houve ou não melhorias.
9.1-Verificar causas do insucesso e elaborar plano de contramedidas	-	Caso ocorra insucesso na implantação deverão ser estudadas as causas desta falha e será elaborado um novo plano de implantação.
10-Manter e melhorar	Quadro de análise de produção	Caso haja uma avaliação positiva na implantação das contramedidas, implanta-se o quadro de análise de produção para verificar diariamente o cumprimento ou não das metas.

Fonte: Próprio autor

Observa-se ao analisar a Figura 4.35 que a partir de etapa 9 houve uma mudança em relação ao método preliminar da Figura 4.22, devido aos estudos de caso exploratório 1 e 2 não terem abordado as etapas 9 e 10.

Na etapa 9 é realizada uma avaliação para verificar se a implantação do TP foi ou não positiva. Esta avaliação consiste em retornar à etapa 3 e coletar os dados após a implantação visando comparar com os dados anteriores e verificar se houve melhorias. Caso essa avaliação não seja positiva, segue-se para a etapa 9.1. Nesta etapa serão verificadas as causas do insucesso e serão elaboradas novas contramedidas. Posteriormente, retorna-se a etapa 9. Caso a avaliação seja positiva, segue-se para a etapa 10.

5 CONCLUSÃO

O trabalho padronizado (TP) é um conceito fundamental do *Lean Thinking* e tem obtido grandes resultados em diversos setores. Na construção pouco se explorou até o momento sobre a aplicação do trabalho padronizado. Este estudo procurou identificar o potencial de aplicação do trabalho padronizado no contexto da construção com o intuito de estabelecer um método.

A partir da revisão bibliográfica foi identificado o método proposto por Rother e Harris (2002), que consta de dez perguntas, mais dois passos e se apoia nos elementos e documentos do trabalho padronizado.

Para estabelecimento do método foram realizadas adaptações das perguntas e passos para etapas de aplicação do trabalho padronizado. As principais adaptações em relação às etapas do método foram: o desmembramento da pergunta 3 (Quais são os elementos de trabalho para fazer um item?) de Rother e Harris (2002) para a Etapa 3 (Coletar atividades fora do ciclo) e Etapa 4 (Coletar elementos de trabalho do ciclo e definir o tempo real para executá-los) da versão final do método, pois se dividiu a análise em atividades fora e dentro do ciclo. A Etapa 9.1 também foi uma adaptação significativa no método, pois serviu para refletir sobre algum problema ou insucesso na implantação e a partir daí elaborar contramedidas.

Em relação aos documentos do TP, adaptaram-se todos para o contexto da construção. Ainda se adicionaram documentos os quais o método de Rother e Harris (2002) não preconiza, são estes: diagrama de espaguete e folha de estudo de processos no turno. O diagrama de espaguete ilustrou o deslocamento do funcionário no pavimento; e a folha de estudo de processo no turno identificou os desperdícios ocorridos durante o turno de trabalho.

Aplicando-se a estratégia de pesquisa Design Science Research, o método passou por ciclos de evolução: a Fase 1 (Consciência do problema) gerou a proposta de um método que poderia ser adaptado para o contexto da

construção; a Fase 2 (Sugestão) gerou um método preliminar; e a Fase 3 (Desenvolvimento) originou a versão final do método. Na Fase 4 (Avaliação) o método foi validado; e na Fase 5 (Conclusão) foram feitas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros. Este método contém onze etapas, duas perguntas e um quadro que explica cada etapa. O quadro identifica também os documentos e ferramentas que podem ser utilizados em cada etapa.

Um fato importante que deve ser ressaltado é que para a implantação do trabalho padronizado é necessário que haja uma estabilidade básica na produção, ou seja, não falte material, mão-de-obra e máquinas; portanto, um planejamento minucioso deve ser feito. Algumas das maneiras pelas quais se pode obter a estabilização é por meio do Last Planner System, Sistemas de Gestão da Qualidade, ferramentas *lean*, etc.

Caso haja mudança no *takt*, ou seja, no cronograma da obra, o trabalho deve ser replanejado, desse modo o trabalho padronizado muda. Da mesma forma, por meio de sucessivos *kaizen*, o trabalho pode adquirir altos índices de produtividade de tal forma que o cronograma possa ser reduzido.

Em relação aos estudos de caso, identificou-se que a produtividade poderia ser aumentada. No estudo de caso exploratório 1, o resultado identificou que, se fosse seguida a disciplina na implantação do método, a produtividade poderia aumentar 3,5 vezes. O estudo de caso exploratório 2 identificou um potencial de redução do maquinário de 45%. Em relação à mão-de-obra, identificou-se que poderia ser reduzida em 71%. No caso real (estudo de caso 3), os resultados mostraram que a produtividade praticamente dobrou, o que demonstra que o método gerado neste estudo trouxe resultados positivos. Portanto, ao longo deste trabalho se pôde concluir que o método foi validado e pode contribuir significativamente para a melhoria da produtividade em outros serviços de construção, mesmo aqueles que utilizem algum maquinário. Pode ser uma das alternativas para atenuar problemas em lugares onde há escassez ou mão-de-obra desqualificada.

Além dos resultados em relação à produtividade, foram identificados resultados qualitativos, como: melhoria da satisfação dos funcionários e redução de desperdício no ambiente de trabalho.

Para estudos futuros são sugeridas as seguintes aplicações:

- aplicação e avaliação de resultados em outros serviços de construção não abordados neste trabalho;
- teste prático em serviço que utilize máquina;
- além da produtividade, podem-se avaliar outros dados, como: qualidade, segurança e ergonomia;
- testar e adaptar este método em outros departamentos de empresas construtoras (compras, recursos humanos, almoxarifado etc.);
- expandir e adaptar este método para aplicação em outros setores da construção além da produção, como: projetos, negócios e suprimentos.

REFERÊNCIAS

ADLER, P. S. Time-and-motion regained. **Harvard Business Review**, Boston, v. 71, n 1, p. 97-108, 1993.

ALUKAL, G.; MANOS, A. **Lean kaizen: a simplified approach to process improvements**. Milwaukee: Quality Press, 2006.

BALLARD, G; HOWELL, G. Implementing lean construction: improving downstream performance. **Lean Construction**. Albekma, Rotterdam: Alarcon, 1997.

BENETTI, H. P. et al. Padronização do trabalho em uma fábrica de artefatos de cimento. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27. 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007.

BERNOLD, L. E.; ABOURIZK, R. M. **Managing performance in construction**. New Jersey: Jonh Wiley and Sons, 2010.

BJÖRKMAN, T. The rationalization movement in perspective and some ergonomic implications . **Applied Ergonomics**, v. 2, n. 2, p-111-117, 1996.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implantação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta**. 2009. 339 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009.

CARNEIRO, A. et al. Development and evolution of project production systems: the PS-37 case. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 17., 2009, Taipei. **Proceedings...** Taipei, 2009.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CUDNEY, E. Using standard work in Lean Manufacturing. In: Institute of Industrial Engineers International Conference, 51., 2001, Dallas. **Proceedings...** Dallas, 2001.

EMILIANI, M.L. Standardized work for executive leadership. **Leadership & Organization Development Journal**, v. 29, n. 1, p. 24-46, 2008.

FENG, P.; BALLARD, G. Standard work from a lean theory perspective. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 16., 2008, Manchester. **Proceedings...**Manchester, 2008.

FERRAZ, J. L. M. et al. Um modelo para o planejamento e controle de obras – a transição de um processo de racionalização tecnológica e administrativa para um ambiente de produção enxuta. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 4.,2005. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Antac, 2005.

FONTES, C. M. et al. Associações empresariais no Brasil: aspectos contábeis, jurídicos e administrativo das joint-ventures. **Contabilidade Vista & Revista**, Belo Horizonte, ed. especial, p. 61-79, 2003.

FORBES, L. H; AHAMED, S.M. **Modern construction: Productive and lean project delivery and integrated practices**. Danvers: CRC press, 2011.

FORMOSO, C. T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. **Construção Mercado**, v. 15, p. 50-58, 2002.

FRANCELINO, T. R. et al. Melhorias de processos com a aplicação da filosofia *lean*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, 2006. Foz do Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.

GALLARDO, C.A.S. **Princípios e ferramentas do Lean Thinking na estabilização básica**: diretrizes para implantação no processo de fabricação de telhas de concreto pré-fabricadas. 2007. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2007.

GREEN, S. The dark side of lean construction: Exploitation and ideology. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley, 1999.

HORMAN, M.J; THOMAS, H. R. Role of inventory buffers in construction labor Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 7, p. 834-43, 2005.

HUNTZINGE, J. The roots of lean. Lean Enterprise Institute, 2005. Disponível em <http://www.leaninstituut.nl/publications/Roots_of_Lean_TWI.pdf> . Acesso em 02/fev. 2012.

HUNTZINGE, J. Why standard work is not standard: training within industry provides an answer. **Target Magazine**, v. 22, n. 4, p. 7-13, 2006.

KISHIDA, M; SILVA, A; GUERRA, E. **Benefícios da implantação do trabalho padronizado na Thyssenkrupp**. Lean Institute Brasil, 2006. Disponível em:

<http://www.lean.org.br/artigos/95/beneficios-da-implementacao-do-trabalho-padronizado-na-thyssenkrupp.aspx>>. Acesso em 02/fev. 2012.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford: Stanford University, 1992. 72 p.

_____. Towards the theory of (lean) construction. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 1996.

KUREK, J. **Introdução dos princípios da construção enxuta no processo de produção em uma construtora de Passo Fundo-RS**. 2005. 94 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS, 2005.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean**: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. Trad. de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

_____. **Trabalho Padronizado**: apostila de curso. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2010.

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

LIKER, J. K; MEIER, D. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.

LIMA, M.M.X; BISIO, L.R.A; ALVES, T.C.A. Mapeamento do fluxo de valor do projeto executivo de arquitetura em um órgão público. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto no Ambiente Construído, 1., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Antac, 2009.

LIMA, M. P. **Fatores críticos de sucesso para a implantação e manutenção do trabalho padronizado**. 2005. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Automotiva, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

LUKKA, K. The constructive research approach. In: OJALA, L.; HILMOLA, O. Case study research in logistic. **Publication of Turku School of Economics and Business Administration**, Series B1, p. 83-101. 2003.

LUYSTER, T. **Creating your lean future state**: how to move from seeing to doing. New York: Quality Press, 2006.

MARKSBERRY, P; RAMMOHAN, R; VU, D. A systems study on standardized work: a Toyota Perspective. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 7, n. 3, p-287-302, 2011.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

MILLER, G.; PAWLOSKI, J.; STANDRIDGE, C.R. A case study of lean sustainable manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 3, n. 1, p. 11-32, 2010.

MIRANDA, M. C. M. et al. Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do sistema Toyota de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23, 2003, Ouro Preto. **Anais...Ouro preto: Abepro**, 2007.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to just in time**. 3 ed. Norcross: Engineering and Pressure, 1998. 423 p

NAKAGAWA, Y. Importance of standard operating procedure documents and visualization to implement Lean Construction. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 13., 2005, Sidney. **Proceedings...** Sidney, 2005.

NAKAGAWA, Y.; SHIMIZU, Y. Toyota production system adopted by building construction in Japan .In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 12., 2004, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen, 2004.

NARUSAWA, T; SHOOK, J. **Kaizen express: Fundamentos para sua jornada lean**. Trad. de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

PATUSSI, F. A; HEINECK, L. F. M. Aplicação do conceito de célula de produção na execução de serviços em obra de pequeno porte. In: SIBRAGEC 2009. João Pessoa. **Anais...** ANTAC, 2009.

PEINADO, J; GRAEML, A. R. **Administração da produção – Operações industriais e serviços**. Curitiba: Unicemp, 2007.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, 2003.

POLESI, P.; FRÖDELL, M.; JOSEPHSON, P. Implementing Standardization in medium-sized construction firms: facilitating site managers' feeling of freedom

through a bottom-up approach In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 17., 2009, Taipei. **Proceedings...**Taipei, 2009.

REHDER, R. Saturn, Uddevalla and the Japanese lean system: paradoxical prototypes for the twenty-first century. **International Journal of Human Resource Management**, v. 5 n. 1, p. 1-31, 1994.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo**: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo, Brasil: Lean Institute Brasil, 2002. 103 p.

SAFFARO, F. A. **O uso da prototipagem para gestão do processo de produção da construção civil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2007.

SALERMO, L. S. **Aplicação de ferramentas da mentalidade enxuta e da manutenção autônoma aos serviços de manutenção dos sistemas prediais de água**. 2005. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2005.

SALVENDY, G. **Handbook of industrial engineering: Technology and operations management**. 3 ed. John Wiley and Sons, 2001.

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management of construction sites**. 1999. 513 f. Thesis (Ph.D.) – School of Construction and Property Management, The University of Salford, Manchester-UK, 1999.

SANTOS, A.; FORMOSO, C.T.; TOOKEY, J.E. Expanding the meaning of Standardization within construction processes. **The TQM Magazine**, v. 14, n. 1, p. 25-33, 2002.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 39, n. 2, p. 403-12, 2009.

SERAPHIM, E.C; SILVA, I. B.; AGOSTINHO, O. L. Lean Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do posto médico da guarnição militar de Campinas. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 389-405, 2010.

SHOOK, J. Bringing the Toyota Production System to the United States: a personal perspective. In: LYKER, J. K. (ed.). **Becoming Lean**: inside stories of U.S. manufactures. Portland, OR: Productivity Press, 1997.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado**: usando o processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008, 138 p.

SMALLEY, A. The starting point for lean manufacturing: achieving basic stability. **Management Services**, v. 49, n. 4, p. 8-12, 2005.

SOUZA, D.P. et al. Uma metodologia de implantação do sistema Toyota de produção em uma empresa de construção de edifícios a partir do suporte tecnológico do programa de inovação da construção civil do Ceará (Inovacon-CE). In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 4.,2005. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005.

SPEAR, S; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, Boston, v 77, n. 8, p. 96-106, 1999.

STARR, M. K. **Administração da produção**: sistemas e síntese. São Paulo: Edgard Blücher, 1971.

SUGIMOTO, Y. **An introduction to Japanese society**. 2 ed. New York. Cambridge University Press, 2002.

SUZAKI, K. **The new manufacturing challenge**: Techniques for continuous improvement. New York: Free Press, 1987.

SWANK, C. K. The lean service machine. **Harvard Business Review**. Boston, v. 81, n. 10, p. 123-9, 2003.

TCPO. **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. São Paulo: Pini, 2008.

TEZEL, A. et al. Process transparency on construction sites: examples from construction companies in brazil. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 18., 2010, Haifa. **Proceedings...** Haifa, 2010.

UGULINO, J. M.; LIMA, A.C. Implantação do Conceito de Célula Móvel de Produção no Ambiente da Construção Civil. In: SIBRAGEC 2009. João Pessoa. **Anais...** ANTAC, 2009.

VAISHNAVI, V. K.; KUECHLER, W. L. **Design Science Research Methods and Patterns**. New York: Auerbach, 2007.

WHITMORE, T. Standardized work: Document your process and make problems visible. **Manufacturing Engineering**. Vol. 140 No. 5, 2008.

WOMACK, J. P.; JONES K. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine os desperdícios e crie riqueza. 5 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Campus, 1998. 332 p.

WOMACK, J. P.; JONES K. T.; ROSS, D. **A máquina que Mudou o Mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992. 332 p.

WOMACK, S.K.; ARMSTRONG, T.J.; LIKER, J. K. Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A Two Plant Comparison. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v. 19, n. 4, p. 279-293, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

YU, H. et al. Managing variability in house production. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 15., 2007, Michigan. **Proceedings...** Michigan, 2007.

YU, H. et al. Development of lean model for house construction using value stream mapping. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 8, p. 782-90, 2009.

**APÊNDICE A – FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO NO TURNO (COMPLETA)
– ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO 1**

LEGENDA:

	Ciclo
	Deslocamento e transporte
	Corte
	Retrabalho
	Limpeza
	Espera
	Esquadrejamento e Nivelamento

Horário	Intervalo	Atividade Executada pelo Pedreiro	Observação
07:00:00	00:02:49	Esperou pelo sinal	Horário certo para tocar sinal
07:02:49	00:09:21	Esperando espaçadores	Tocou o sinal para iniciar os serviços
07:12:10	00:02:51	Conversando	Ficou esperando em frente o almoxarifado da empreiteira
07:15:01	00:02:57	Caminhada do almoxarifado ao posto de trabalho	-
07:17:58	00:01:54	Procurando masseira no 6º pavimento	-
07:19:52	00:06:52	Buscou a masseira no 14º pav.	-
07:26:44	00:00:17	Deixou masseira no apto 602	-
07:27:01	00:02:29	Foi ligar extensão no 7º pavimento	No 6º pavimento não há tomada. Deslocou-se cerca de 40m com 1 lance de escada.
07:29:30	00:02:00	Trouxe a extensão do 7º para o 6º pav	-
07:31:30	00:01:55	Limpou masseira com espátula	Masseira com argamassa.
07:33:25	00:00:25	Lavou masseira	-
07:33:50	00:00:21	Pegou esquadro	
07:34:11	00:00:09	Voltou a lavar argamasseira	-
07:34:20	00:00:51	Molhou o piso	-

07:35:11	00:01:49	Varreu o piso	-
07:37:00	00:00:29	Finalizou limpeza do piso	-
07:37:29	00:02:32	Trouxe 4 caixas de porcelanato para apto 602 e foi buscar sacas de argamassa colante	-
07:40:01	00:02:10	Buscou sacas de argamassa colante	-
07:42:11	00:01:48	Abriu caixa de porcelanato	-
07:43:59	00:03:01	Esquadrejando o piso	-
07:47:00	00:06:01	Parou e trocou balde com outra equipe	-
07:53:01	00:00:29	Parou para procurar parafuso na caixa de ferramentas	-
07:53:30	00:00:31	Esquadrejando o piso	-
07:54:01	00:02:14	Esquadrejando piso	Ajudante chegou no posto de trabalho e pegou saca de argamassa
07:56:15	00:02:29	Esquadrejando piso	Ajudante começou a bater argamassa para piso
07:58:44	00:00:21	Esquadrejando piso	-
07:59:05	00:03:25	Esquadrejando piso	Ajudante bateu mais argamassa para piso
08:02:30	00:01:46	Parou e ligou para encarregado ir até o posto tirar dúvida	-
08:04:16	00:03:01	Esquadrejando piso	Ajudante jogou resto de argamassa na argamasseira
08:07:17	00:00:51	Esquadrejando piso	Ajudante trouxe mais 1 caixa de porcelanato
08:08:08	00:00:48	Esquadrejando piso	Ajudante trouxe mais 1 caixa de porcelanato
08:08:56	00:00:34	Esquadrejando piso	Ajudante trouxe mais 1 caixa de porcelanato
08:09:30	00:00:55	Esquadrejando piso	Ajudante trouxe mais 1 caixa de porcelanato
08:10:25	00:00:48	Esquadrejando piso	Ajudante trouxe mais 1 caixa de porcelanato
08:11:13	00:00:39	Encarregado chega e tira dúvida	Encarregado chega e tira dúvida
08:11:52	00:01:09	Esquadrejando piso	Ajudante trouxe mais 1 caixa de porcelanato
08:13:01	00:00:32	Esquadrejando piso	-

08:13:33	00:01:28	Testou Circular Manual	-
08:15:01	00:01:02	Limpou local para assentar primeira carreira de porcelanato	-
08:16:03	00:00:58	Borrifou água no local onde assentaria primeira carreira de porcelanato	-
08:17:01	00:00:29	Jogou a argamassa e passou desempenadeira	-
08:17:30	00:01:47	Bateu 1º porcelanato com martelo de borracha	-
08:19:17	00:01:01	Colocou nível de mão até nivelar porcelanato	-
08:20:18	00:00:36	Jogou a argamassa e passou desempenadeira no 2º porcelanato	-
08:20:54	00:01:11	Abriu outra caixa de porcelanato	-
08:22:05	00:00:05	Assentou o 2º porcelanato	-
08:22:10	00:00:52	Colocou nível de mão entre 2 porcelanatos até nivelar porcelanato	-
08:23:02	00:01:00	Colocou espaçadores	-
08:24:02	00:01:48	Jogou argamassa e passou desempenadeira (3º porcelanato)	-
08:25:50	00:00:08	Assentou o 3º porcelanato	-
08:25:58	00:00:32	Colocou espaçadores	-
08:26:30	00:01:31	Conferiu esquadro	-
08:28:01	00:00:29	Borrifou mais água no local onde iria assentar 4º porcelanato	-
08:28:30	00:06:45	Executou 4º ciclo	Cada ciclo consiste em assentar 1 porcelanato
08:35:15	00:01:15	Movimentou-se entre ciclo	-
08:36:30	00:02:18	Executou 5º ciclo	-
08:38:48	00:00:18	Movimentou-se entre ciclo	-
08:39:06	00:01:59	Executou 6º ciclo	-
08:41:05	00:00:10	Movimentou-se entre ciclo	-
08:41:15	00:01:45	Executou 7º ciclo	-
08:43:00	00:01:01	Movimentou-se entre ciclo	-
08:44:01	00:01:19	Executou 8º ciclo	-
08:45:20	00:02:10	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante despejou mais argamassa na masseira
08:47:30	00:00:30	Movimentou-se entre ciclo	-

08:48:00	00:02:00	Executou 9º ciclo	-
08:50:00	00:00:05	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante bateu mais argamassa para piso
08:50:05	00:00:05	Movimentou-se entre ciclo	-
08:50:10	00:03:05	Executou 10º ciclo	-
08:53:15	00:00:15	Movimentou-se entre ciclo	-
08:53:30	00:01:41	Executou 11º ciclo	-
08:55:11	00:00:14	Movimentou-se entre ciclo	-
08:55:25	00:02:31	Executou 12º ciclo	-
08:57:56	00:00:16	Movimentou-se entre ciclo	-
08:58:12	00:00:49	Executou 13º ciclo	-
08:59:01	00:00:39	Executou 13º ciclo	Ajudante trouxe mais 2 caixas de porcelanato
08:59:40	00:00:24	Movimentou-se entre ciclo	-
09:00:04	00:03:26	Executou 14º ciclo	-
09:03:30	00:00:54	Abriu mais 1 caixa de porcelanato	
09:04:24	00:00:38	Movimentou-se entre ciclo	-
09:05:02	00:01:02	Executou 15º ciclo	-
09:06:04	00:00:26	Movimentou-se entre ciclo	-
09:06:30	00:02:40	Executou 16º ciclo	-
09:09:10	00:00:53	Movimentou-se entre ciclo	-
09:10:03	00:04:13	Executou 17º ciclo	-
09:14:16	00:00:54	Movimentou-se entre ciclo	-
09:15:10	00:06:08	Parou para cortar porcelanato	-
09:21:18	00:03:20	Executou 18º ciclo	-
09:24:38	00:01:44	Movimentou-se entre ciclo	-
09:26:22	00:00:21	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante saiu para ajudar outra equipe
09:26:43	00:02:39	Executou 19º ciclo	-
09:29:22	00:00:08	Movimentou-se entre ciclo	-
09:29:30	00:01:36	Executou parte do 20º ciclo	-
09:31:06	00:03:18	Parou para cortar porcelanato	-
09:34:24	00:01:36	Movimentou-se entre ciclo	-
09:36:00	00:04:08	Executou outra parte do 20º ciclo	Ajudante varre local de serviço
09:40:08	00:03:25	Movimentou-se entre ciclo	-
09:43:33	00:03:28	Executou 21º ciclo	-
09:47:01	00:01:01	Movimentou-se entre ciclo	-

09:48:02	00:02:03	Executou 22º ciclo	-
09:50:05	00:01:59	Movimentou-se entre ciclo	-
09:52:04	00:04:16	Executou 23º ciclo	-
09:56:20	00:00:40	Movimentou-se entre ciclo	-
09:57:00	00:01:04	Executou 24º ciclo	-
09:58:04	00:00:16	Movimentou-se entre ciclo	-
09:58:20	00:00:50	Executou 25º ciclo	-
09:59:10	00:00:07	Movimentou-se entre ciclo	-
09:59:17	00:00:39	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante trouxe mais argamassa para piso
09:59:56	00:03:46	Executou 26º ciclo	-
10:03:42	00:00:14	Movimentou-se entre ciclo	-
10:03:56	00:01:54	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante trouxe balde com água
10:05:50	00:00:29	Executou 27º ciclo	-
10:06:19	00:00:16	Movimentou-se entre ciclo	-
10:06:35	00:00:45	Executou 28º ciclo	-
10:07:20	00:00:46	Movimentou-se entre ciclo	-
10:08:06	00:01:35	Executou 29º ciclo	-
10:09:41	00:00:46	Movimentou-se entre ciclo	-
10:10:27	00:00:58	Executou 30º ciclo	-
10:11:25	00:00:31	Movimentou-se entre ciclo	-
10:11:56	00:01:06	Executou 31º ciclo	-
10:13:02	00:02:14	Movimentou-se entre ciclo	-
10:15:16	00:01:51	Limpou novo local para assentar porcelanato	Limpou novo local para assentar porcelanato
10:17:07	00:02:00	Executou 32º ciclo	-
10:19:07	00:01:00	Movimentou-se entre ciclo	-
10:20:07	00:01:18	Executou 33º ciclo	-
10:21:25	00:00:35	Movimentou-se entre ciclo	-
10:22:00	00:02:01	Executou 34º ciclo	-
10:24:01	00:00:19	Parou para descansar	Pedreiro parou de trabalhar
10:24:20	00:00:20	Movimentou-se entre ciclo	-
10:24:40	00:01:30	Executou 35º ciclo	-
10:26:10	00:00:22	Movimentou-se entre ciclo	-
10:26:32	00:02:59	Executou 36º ciclo	-
10:29:31	00:00:18	Movimentou-se entre ciclo	-
10:29:49	00:01:49	Executou 37º ciclo	-
10:31:38	00:00:25	Movimentou-se entre ciclo	-

10:32:03	00:01:27	Executou 38º ciclo	-
10:33:30	00:00:30	Parou para cortar porcelanato	-
10:34:00	00:02:36	Movimentou-se entre ciclo	-
10:36:36	00:01:37	Executou 39º ciclo	-
10:38:13	00:07:59	Movimentou-se entre ciclo	-
10:46:12	00:05:39	Executou 40º ciclo	-
10:51:51	00:00:49	Movimentou-se entre ciclo	-
10:52:40	00:01:11	Executou 41º ciclo	-
10:53:51	00:00:29	Movimentou-se entre ciclo	-
10:54:20	00:01:41	Executou 42º ciclo	-
10:56:01	00:00:59	Movimentou-se entre ciclo	-
10:57:00	00:01:35	Executou 43º ciclo	-
10:58:35	00:01:05	Movimentou-se entre ciclo	-
10:59:40	00:00:58	Executou 44º ciclo	-
11:00:38	00:03:30	Movimentou-se entre ciclo	-
11:04:08	00:01:46	Executou 45º ciclo	-
11:05:54	00:00:25	Movimentou-se entre ciclo	-
11:06:19	00:01:42	Executou 46º ciclo	-
11:08:01	00:00:19	Movimentou-se entre ciclo	-
11:08:20	00:01:06	Executou 47º ciclo	-
11:09:26	00:00:49	Movimentou-se entre ciclo	-
11:10:15	00:01:30	Executou 48º ciclo	-
11:11:45	00:01:10	Movimentou-se entre ciclo	-
11:12:55	00:02:06	Parou para cortar porcelanato	-
11:15:01	00:03:18	Executou 49º ciclo	-
11:18:19	00:02:43	Movimentou-se entre ciclo	-
11:21:02	00:03:38	Parou para cortar porcelanato	-
11:24:40	00:02:47	Executou 50º ciclo	-
11:27:27	00:02:02	Movimentou-se entre ciclo	-
11:29:29	00:03:24	Parou para cortar porcelanato	-
11:32:53	00:03:38	Executou 51º ciclo	-
11:36:31	00:02:23	Movimentou-se entre ciclo	-
11:38:54	00:02:46	Executou 52º ciclo	-
11:41:40	00:01:40	Movimentou-se entre ciclo	-
11:43:20	00:04:20	Executou 53º ciclo	-
11:47:40	00:00:50	Movimentou-se entre ciclo	-
11:48:30	00:03:08	Executou 54º ciclo	-
11:51:38	00:01:04	Movimentou-se entre ciclo	-

11:52:42	00:01:08	Executou 55º ciclo	-
11:53:50	00:00:10	Movimentou-se entre ciclo	-
11:54:00	00:02:40	Executou 56º ciclo	-
11:56:40	00:00:44	Movimentou-se entre ciclo	-
11:57:24	00:02:01	Esperou pelo sinal	-
11:59:25	00:00:35	-	Tocou sinal para o almoço
12:00:00			Horário certo para tocar sinal
ALMOÇO			
13:00:00	00:02:00	Tempo atrasado do sinal	Horário certo para tocar sinal
13:02:00	00:13:05	Demora para chegar no posto de trabalho	Tocou sinal do término do almoço
13:15:05	00:04:29	Ainda não começou a trabalhar	Tocou sinal do término do almoço
13:19:34	00:08:19	Lembrou que esqueceu capacete no almoxarifado da empresa e foi até lá (pav. Térreo)	Ajudante chega ao posto de trabalho e abastece a masseira com argamassa
13:27:53	00:05:25	Chegou ao posto de trabalho e demorou para começar o serviço	-
13:33:18	00:05:43	Executou 57º ciclo	-
13:39:01	00:00:14	Movimentou-se entre ciclo	-
13:39:15	00:00:46	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante Abastece a masseira com mais argamassa
13:40:01	00:01:28	Parou para fazer corte para arremate	-
13:41:29	00:00:51	Cortou errado riscador e vai para serra circular	-
13:42:20	00:01:45	Executou 58º ciclo	-
13:44:05	00:02:02	Movimentou-se entre ciclo	-
13:46:07	00:02:23	Executou 59º ciclo	-
13:48:30	00:00:01	Movimentou-se entre ciclo	-
13:48:31	00:00:40	Executou 60º ciclo	-
13:49:11	00:00:50	Movimentou-se entre ciclo	-
13:50:01	00:01:00	Parou para fazer corte para arremate	-
13:51:01	00:00:43	Executou parte do 61º ciclo	-
13:51:44	00:02:21	Peça não encaixou, foi para serra circular e executou outra parte do 61º ciclo	-
13:54:05	00:00:48	Movimentou-se entre ciclo	-
13:54:53	00:01:02	Executou 62º ciclo	-

13:55:55	00:01:06	Movimentou-se entre ciclo	-
13:57:01	00:00:53	Executou 63º ciclo	-
13:57:54	00:00:44	Movimentou-se entre ciclo	-
13:58:38	00:02:42	Executou 64º ciclo	-
14:01:20	00:00:42	Movimentou-se entre ciclo	-
14:02:02	00:01:18	Executou 65º ciclo	-
14:03:20	00:02:10	Movimentou-se entre ciclo	-
14:05:30	00:00:59	Movimentou-se entre ciclo	Quebrou um porcelanato que fora assentado
14:06:29	00:01:37	Executou 66º ciclo	-
14:08:06	00:00:10	Movimentou-se entre ciclo	-
14:08:16	00:01:37	Executou 67º ciclo	-
14:09:53	00:00:43	Movimentou-se entre ciclo	-
14:11:40	00:02:44	Executou 68º ciclo	Ajudante trouxe 3 caixas de porcelanato para o compartimento a ser aplicado
14:13:20	00:01:04	Movimentou-se entre ciclo	-
14:14:24	00:01:14	Executou 69º ciclo	-
14:15:38	00:00:19	Movimentou-se entre ciclo	-
14:15:57	00:00:48	Executou 70º ciclo	-
14:16:45	00:01:35	Movimentou-se entre ciclo	-
14:18:20	00:02:07	Executou 71º ciclo	-
14:20:27	00:00:23	Movimentou-se entre ciclo	-
14:20:50	00:00:45	Executou 72º ciclo	-
14:21:35	00:00:28	Movimentou-se entre ciclo	-
14:22:03	00:02:10	Executou 73º ciclo	-
14:24:13	00:00:24	Movimentou-se entre ciclo	-
14:24:37	00:00:34	Executou 74º ciclo	-
14:25:11	00:00:13	Movimentou-se entre ciclo	-
14:25:24	00:01:35	Executou 75º ciclo	-
14:26:59	00:01:01	Movimentou-se entre ciclo	-
14:28:00	00:02:09	Executou 76º ciclo	-
14:30:09	00:02:11	Movimentou-se entre ciclo	-
14:32:20	00:02:46	Executou 77º ciclo	-
14:35:06	00:02:55	Movimentou-se entre ciclo	-
14:38:01	00:01:14	Executou 78º ciclo	-
14:39:15	00:00:47	Movimentou-se entre ciclo	-
14:40:02	00:03:43	Executou 79º ciclo	-
14:43:45	00:00:18	Movimentou-se entre ciclo	-

14:44:03	00:01:38	Executou 80º ciclo	-
14:45:41	00:06:10	Movimentou-se entre ciclo	-
14:51:51	00:02:45	Colocou mais argamassa colante na argamassa já batida	Massa não está coesa
14:54:36	00:01:55	Executou 81º ciclo	-
14:56:31	00:00:19	Movimentou-se entre ciclo	-
14:56:50	00:01:00	Executou 82º ciclo	-
14:57:50	00:01:07	Movimentou-se entre ciclo	-
14:58:57	00:01:05	Executou 83º ciclo	-
15:00:02	00:00:58	Parou para fazer corte para arremate	-
15:01:00	00:03:10	Movimentou-se entre ciclo	-
15:04:10	00:02:22	Executou 84º ciclo	-
15:06:32	00:02:03	Movimentou-se entre ciclo	-
15:08:35	00:01:18	Executou 85º ciclo	-
15:09:53	00:00:32	Movimentou-se entre ciclo	-
15:10:25	00:03:36	Executou 86º ciclo	-
15:14:01	00:00:29	Movimentou-se entre ciclo	-
15:14:30	00:01:19	Executou 87º ciclo	-
15:15:49	00:00:41	Movimentou-se entre ciclo	-
15:16:30	00:00:34	Executou 88º ciclo	-
15:17:04	00:01:58	Movimentou-se entre ciclo	-
15:19:02	00:01:36	Executou 89º ciclo	-
15:20:38	00:02:27	Movimentou-se entre ciclo	-
15:23:05	00:01:24	Executou 90º ciclo	-
15:24:29	00:00:34	Movimentou-se entre ciclo	-
15:25:03	00:01:31	Executou 91º ciclo	-
15:26:34	00:00:56	Movimentou-se entre ciclo	-
15:27:30	00:02:34	Executou 92º ciclo	-
15:30:04	00:00:16	Movimentou-se entre ciclo	-
15:30:20	00:00:40	Executou 93º ciclo	-
15:31:00	00:00:31	Movimentou-se entre ciclo	-
15:31:31	00:01:16	Executou 94º ciclo	-
15:32:47	00:01:00	Movimentou-se entre ciclo	-
15:33:47	00:01:27	Executou 95º ciclo	-
15:35:14	00:00:28	Movimentou-se entre ciclo	-
15:35:42	00:01:13	Executou 96º ciclo	-
15:36:55	00:01:06	Movimentou-se entre ciclo	-
15:38:01	00:01:14	Executou 97º ciclo	-

15:39:15	00:00:52	Movimentou-se entre ciclo	-
15:40:07	00:00:54	Movimentou-se entre ciclo	Ajudante executou 98º ciclo
15:41:01	00:02:02	Executou 99º ciclo	-
15:43:03	00:02:58	Movimentou-se entre ciclo	-
15:46:41	00:01:08	Executou 100º ciclo	-
15:47:09	00:00:21	Movimentou-se entre ciclo	-
15:47:30	00:02:32	Executou 101º ciclo	-
15:50:02	00:00:43	Movimentou-se entre ciclo	-
15:50:45	00:02:50	Executou 102º ciclo	-
15:53:35	00:00:15	Movimentou-se entre ciclo	-
15:53:50	00:00:29	Executou 103º ciclo	-
15:54:19	00:00:42	Movimentou-se entre ciclo	-
15:55:01	00:00:56	Executou 104º ciclo	-
15:55:57	00:00:59	Movimentou-se entre ciclo	-
15:56:56	00:00:04	Executou 105º ciclo	-
15:57:00	00:02:19	Percebeu que a argamassa não ia dar para assentar último porcelanato	-
15:59:19	00:00:41	Guardou suas ferramentas	-
16:00:00			
16:01:19		-	Bate sinal para término do expediente

APÊNDICE B – FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO NO TURNO (COMPLETA ANTES DO TP) – ESTUDO DE CASO 3

LEGENDA

	Ciclo
	Deslocamento e transporte
	Corte
	Retrabalho
	Limpeza
	Necessidade fisiológicas e descanso
	Espera
	Borrifamento
	Nivelamento e prumo

Horário	Intervalo	Atividade Executada pelo Pedreiro	Observação
07:30:00	00:10:00	Começou a limpeza do pavimento	Tocou o sinal para iniciar os serviços
07:40:00	00:13:01	Cortou cerâmicas	
07:53:01	00:03:22	Colocou lona para proteção do piso	
07:56:23	00:01:34	Executou 1º ciclo	
07:57:57	00:01:54	Executou 2º ciclo	
07:59:51	00:02:39	Executou 3º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
08:02:30	00:00:50	Executou 4º ciclo	
08:03:20	00:02:32	Esperou por cerâmica	Ajudante foi buscar cerâmica.
08:05:52	00:02:00	Executou 5º ciclo	
08:07:52	00:00:42	Executou 6º ciclo	
08:08:34	00:00:46	Executou 7º ciclo	
08:09:20	00:00:20	Executou 8º ciclo	
08:09:40	00:02:01	Marcou cerâmicas e levou para central de corte	
08:11:41	00:02:19	Chegou ao posto de trabalho e cortou outras peças	Cortou 5 peças de cerâmica

08:14:00	00:00:32	Foi buscar banco para assentar cerâmicas	
08:14:32	00:02:48	Executou 9º ciclo	
08:17:20	00:00:43	Executou 10º ciclo	-
08:18:03	00:01:04	Executou 11º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
08:19:07	00:00:23	Saiu para buscar cerâmicas na central de corte e retornou ao posto	-
08:19:30	00:02:40	Executou 12º ciclo	-
08:22:10	00:01:50	Executou 13º ciclo	-
08:24:00	00:03:19	Trouxe a argamasseira para local próximo do assentamento	-
08:27:19	00:01:41	Marcou e cortou algumas cerâmicas	Riscador estava fora do posto de trabalho
08:29:00	00:00:29	Marcou cerâmicas e levou para central de corte	
08:29:29	00:00:31	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:30:00	00:02:06	Marcou e cortou algumas cerâmicas	Riscador estava fora do posto de trabalho. Cortou 5 peças de cerâmica.
08:32:06	00:00:32	Executou 14º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
08:32:38	00:01:23	Esperou argamassa dosada	Ajudante foi buscar no misturador a argamassa para assentar cerâmica
08:34:01	00:01:19	Executou 15º ciclo	
08:35:20	00:00:20	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:35:40	00:02:10	Executou 16º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
08:37:50	00:00:16	Iniciou 17º ciclo	-
08:38:06	00:01:26	Parou ciclo e cortou cerâmicas	-
08:39:32	00:00:29	Finalizou 17º ciclo	-
08:40:01	00:00:09	Organizou espaço físico do banheiro	-
08:40:10	00:02:05	Marcou e cortou algumas cerâmicas	-
08:42:15	00:00:15	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	-
08:42:30	00:01:10	Iniciou 18º ciclo	-
08:43:40	00:00:38	Falou ao celular com o encarregado	-

08:44:18	00:00:44	Finalizou 18º ciclo	-
08:45:02	00:01:35	Marcou e cortou algumas cerâmicas	Cortou 2 peças de cerâmica.
08:46:37	00:01:09	Executou 19º ciclo	-
08:47:46	00:00:40	Marcou e cortou algumas cerâmicas	
08:48:26	00:00:41	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:49:07	00:01:28	Executou 20º ciclo	
08:50:35	00:00:35	Marcou e cortou uma cerâmica	
08:51:10	00:00:35	Falou ao celular com o encarregado	
08:51:45	00:01:12	Executou 21º ciclo	
08:52:57	00:00:50	Marcou e cortou uma cerâmica	
08:53:47	00:01:53	Executou 22º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
08:55:40	00:01:20	Falou ao celular com outra pessoa	
08:57:00	00:01:01	Executou 23º ciclo	
08:58:01	00:01:39	Marcou e cortou uma cerâmica	
08:59:40	00:01:19	Executou 24º ciclo	Fora do posto de trabalho
09:00:59	00:00:46	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:01:45	00:02:05	Executou 25º ciclo	
09:03:50	00:01:20	Tirou sobras nos cantos do piso com a local	
09:05:10	00:01:39	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:06:49	00:00:25	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
09:07:14	00:01:26	Executou 26º ciclo	
09:08:40	00:01:09	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:09:49	00:01:43	Executou 27º ciclo	
09:11:32	00:01:31	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:13:03	00:01:39	Executou 28º ciclo	
09:14:42	00:00:50	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:15:32	00:02:29	Executou 29º ciclo	
09:18:01	00:00:33	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:18:34	00:02:36	Executou 30º ciclo	
09:21:10	00:00:51	Marcou e cortou uma cerâmica	
09:22:01	00:01:29	Executou 31º ciclo	
09:23:30	00:02:52	Mudou para outro compartimento	Não finalizou o banheiro por falta de serra circular
09:26:22	00:10:38	Nivelou banheiro para assentar cerâmica	Um ajudante ajudou neste serviço

09:37:00	00:04:01	Marcou cerâmicas e levou para central de corte	Voltou com peças cortadas e riscador
09:41:01	00:00:10	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
09:41:11	00:00:37	Foi buscar argamasseira	
09:41:48	00:02:13	Executou 32º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
09:44:01	00:02:01	Iniciou 33º ciclo	
09:46:02	00:00:28	Parou para cortar cerâmica	
09:46:30	00:01:17	Finalizou 33º ciclo	
09:47:47	00:00:51	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
09:48:38	00:02:28	Executou 34º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
09:51:06	00:01:38	Executou 35º ciclo	
09:52:44	00:00:06	Iniciou 36º ciclo	
09:52:50	00:01:14	Parou para cortar cerâmica	
09:54:04	00:01:33	Finalizou 36º ciclo	
09:55:37	00:01:03	Nivelou banheiro para assentar cerâmica	
09:56:40	00:03:16	Executou 37º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
09:59:56	00:00:34	Executou 38º ciclo	
10:00:30	00:01:14	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:01:44	00:00:39	Executou 39º ciclo	
10:02:23	00:01:38	Descansou	
10:04:01	00:00:39	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
10:04:40	00:03:32	Executou 40º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
10:08:12	00:01:22	Executou 41º ciclo	
10:09:34	00:00:16	Iniciou 42º ciclo	
10:09:50	00:00:55	Parou para cortar cerâmica	
10:10:45	00:01:27	Finalizou 42º ciclo	
10:12:12	00:00:29	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
10:12:41	00:02:12	Executou 43º ciclo	
10:14:53	00:01:12	Executou 44º ciclo	-
10:16:05	00:01:12	Executou 45º ciclo	-
10:17:17	00:01:13	Descansou	

10:18:30	00:00:20	Lavou as mãos	-
10:18:50	00:05:20	Acabou argamassa (ficou esperando)	Limpou banheiro neste período
10:24:10	00:01:10	Chegou argamassa e encarregado para tirar algumas dúvidas	-
10:25:20	00:00:24	Marcou e cortou uma cerâmica	-
10:25:44	00:00:50	Foi buscar cerâmica em outro compartimento	-
10:26:34	00:00:56	Iniciou 46º ciclo	-
10:27:30	00:03:20	Parou para marcar cerâmicas para deixar na central de corte	-
10:30:50	00:00:38	Deixou peças na central de corte e pegou outras peças que estavam lá na central de corte	-
10:31:28	00:02:36	Cortou outras peças	-
10:34:04	00:01:04	Marcou outras cerâmicas para deixar na central de corte	-
10:35:08	00:01:31	Finalizou 46º ciclo	-
10:36:39	00:02:14	Ajustou cerâmica assentada	Cerâmica foi bem assentada e teve que ser retirada e assentada novamente
10:38:53	00:00:06	Conferiu nível	-
10:38:59	00:00:11	Iniciou 47º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
10:39:10	00:00:17	Parou para borrifar água na local	-
10:39:27	00:02:53	Finalizou 47º ciclo	-
10:42:20	00:01:32	Marcou e cortou uma cerâmica	Cortou 2 peças de cerâmica
10:43:52	00:02:51	Executou 48º ciclo	-
10:46:43	00:00:09	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	-
10:46:52	00:02:23	Executou 49º ciclo	-
10:49:15	00:00:55	Marcou e cortou uma cerâmica	-
10:50:10	00:03:00	Executou 50º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
10:53:10	00:00:18	Marcou e cortou uma cerâmica	-
10:53:28	00:01:08	Executou 51º ciclo	-
10:54:36	00:00:44	Marcou e cortou uma cerâmica	-
10:55:20	00:01:20	Executou 52º ciclo	-
10:56:40	00:02:17	Tirou sobras nos cantos do piso com a local	-

10:58:57	00:01:04	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	-
11:00:01	00:02:39	Executou 53º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
11:02:40	00:00:29	Executou 54º ciclo	-
11:03:09	00:01:29	Marcou e cortou uma cerâmica	-
11:04:38	00:00:59	Executou 55º ciclo	-
11:05:37	00:01:31	Iniciou 56º ciclo	-
11:07:08	00:02:14	Peça não encaixou, foi para o riscador	-
11:09:22	00:00:59	Finalizou 56º ciclo	-
11:10:21	00:00:46	Marcou e cortou uma cerâmica	
11:11:07	00:00:19	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
11:11:26	00:01:35	Executou 57º ciclo	
11:13:01	00:02:19	Marcou e cortou uma cerâmica	
11:15:20	00:00:06	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
11:15:26	00:02:01	Executou 58º ciclo	
11:17:27	00:04:31	Marcou uma cerâmica e levou para a central de corte	
11:21:58	00:01:52	Marcou outra cerâmica e cortou	
11:23:50	00:00:40	Tirou sobras nos cantos do piso com a local	
11:24:30	00:01:15	Executou 59º ciclo	
11:25:45	00:00:05	Lavou as mãos	
11:25:50	00:00:11	Descansou	
11:26:01	00:03:59	Desceu para almoçar	
11:30:00			Horário para tocar sinal
		ALMOÇO	
12:30:00	00:03:02		Horário para tocar sinal
12:33:02	00:06:33	Chegou ao posto de trabalho e cortou outras peças	Algumas peças eram para assentar nos cantos das paredes
12:39:35	00:01:07	Executou 60º ciclo	
12:40:42	00:00:29	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
12:41:11	00:02:28	Executou 61º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
12:43:39	00:00:46	Marcou e cortou uma cerâmica	

12:44:25	00:01:50	Executou 62º ciclo	
12:46:15	00:00:46	Executou 63º ciclo	
12:47:01	00:01:01	Executou 64º ciclo	
12:48:02	00:00:28	Executou 65º ciclo	
12:48:30	00:01:11	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
12:49:41	00:02:37	Executou 66º ciclo	
12:52:18	00:01:19	Marcou e cortou uma cerâmica	
12:53:37	00:01:12	Executou 67º ciclo	
12:54:49	00:00:46	Foi buscar cerâmica em outro compartimento	Ajudante estava com outro pedreiro
12:55:35	00:01:45	Executou 68º ciclo	
12:57:20	00:01:44	Executou 69º ciclo	
12:59:04	00:02:40	Marcou uma cerâmica e levou para a central de corte	
13:01:44	00:00:34	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
13:02:18	00:02:53	Executou 70º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
13:05:11	00:01:09	Executou 71º ciclo	
13:06:20	00:01:18	Executou 72º ciclo	
13:07:38	00:00:45	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:08:23	00:01:25	Executou 73º ciclo	
13:09:48	00:01:22	Foi buscar peças cortadas na central de corte	
13:11:10	00:00:21	Chegou e descansou	
13:11:31	00:01:36	Executou 74º ciclo	
13:13:07	00:00:54	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:14:01	00:01:01	Executou 75º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
13:15:02	00:02:15	Executou 76º ciclo	
13:17:17	00:00:34	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:17:51	00:01:10	Executou 77º ciclo	
13:19:01	00:01:49	Executou 78º ciclo	
13:20:50	00:02:20	Marcou cerâmicas e levou para central de corte	
13:23:10	00:03:10	Executou 79º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
13:26:20	00:00:41	Executou 80º ciclo	

13:27:01	00:00:39	Esperou ajudante levar argamassa	
13:27:40	00:01:40	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:29:20	00:01:25	Executou 81º ciclo	
13:30:45	00:00:52	Foi buscar peças cortadas na central de corte	As peças não estavam cortadas
13:31:37	00:05:03	Chegou ao posto e foi nivelar outra parede do banheiro para assentar cerâmica	ajudante foi buscar régua para nivelar
13:36:40	00:00:10	Descansou	
13:36:50	00:00:40	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:37:30	00:00:19	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
13:37:49	00:02:06	Executou 82º ciclo	
13:39:55	00:00:20	Executou 83º ciclo	
13:40:15	00:01:15	Limpou régua de alumínio	
13:41:30	00:02:10	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:43:40	00:00:50	Foi buscar cerâmica em outro compartimento	Ajudante estava com outro pedreiro
13:44:30	00:00:20	Marcou uma cerâmica para depois levar a central de corte	
13:44:50	00:01:00	Executou 84º ciclo	
13:45:50	00:02:08	Executou 85º ciclo	
13:47:58	00:00:32	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:48:30	00:01:05	Executou 86º ciclo	
13:49:35	00:00:25	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:50:00	00:00:49	Executou 87º ciclo	
13:50:49	00:01:03	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
13:51:52	00:02:48	Executou 88º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
13:54:40	00:00:40	Executou 89º ciclo	
13:55:20	00:00:50	Executou 90º ciclo	
13:56:10	00:03:00	Marcou e cortou duas cerâmicas	
13:59:10	00:02:15	Executou 91º ciclo	
14:01:25	00:03:50	Executou 92º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
14:05:15	00:00:55	Executou 93º ciclo	
14:06:10	00:01:25	Executou 94º ciclo	
14:07:35	00:00:35	Executou 95º ciclo	
14:08:10	00:02:00	Marcou e cortou uma cerâmica	

14:10:10	00:00:57	Executou 96º ciclo	
14:11:07	00:01:18	Executou 97º ciclo	
14:12:25	00:00:51	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
14:13:16	00:02:44	Executou 98º ciclo	
14:16:00	00:00:25	Lavou as mãos	
14:16:25	00:00:48	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:17:13	00:01:07	Executou 99º ciclo	
14:18:20	00:00:55	Foi buscar cerâmica em outro compartimento	Ajudante estava com outro pedreiro
14:19:15	00:02:00	Marcou cerâmicas e levou para central de corte	Trouxe banco e esquadro
14:21:15	00:03:55	Marcou e cortou algumas cerâmicas	5 peças
14:25:10	00:00:40	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
14:25:50	00:03:14	Executou 100º ciclo	Desempenou argamassa para 6 peças de cerâmica
14:29:04	00:01:11	Executou 101º ciclo	
14:30:15	00:01:15	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:31:30	00:00:53	Executou 102º ciclo	
14:32:23	00:02:01	Executou 103º ciclo	
14:34:24	00:01:21	Executou 104º ciclo	
14:35:45	00:01:55	Foi buscar tábua para andaime	
14:37:40	00:01:50	Marcou e cortou algumas cerâmicas	4 peças
14:39:30	00:00:35	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
14:40:05	00:01:28	Executou 105º ciclo	
14:41:33	00:01:57	Executou 106º ciclo	
14:43:30	00:00:35	Peça não encaixou, foi para o riscador	
14:44:05	00:00:57	Finalizou 106º ciclo	
14:45:02	00:01:42	Executou 107º ciclo	
14:46:44	00:00:36	Executou 108º ciclo	
14:47:20	00:00:50	Buscou garrafa de água com o outro pedreiro	
14:48:10	00:01:00	Executou 109º ciclo	
14:49:10	00:02:10	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:51:20	00:01:12	Executou 110º ciclo	
14:52:32	00:00:58	Executou 111º ciclo	
14:53:30	00:00:07	Lavou as mãos	

14:53:37	00:00:30	Descansou	
14:54:07	00:03:51	Foi ao banheiro	Banheiro localizado em pavimento intermediário
14:57:58	00:01:32	Retornou e cortou 5 peças de cerâmica	
14:59:30	00:00:21	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
14:59:51	00:02:59	Executou 112º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
15:02:50	00:01:22	Executou 113º ciclo	
15:04:12	00:00:42	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:04:54	00:00:56	Executou 114º ciclo	
15:05:50	00:01:17	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:07:07	00:00:53	Executou 115º ciclo	
15:08:00	00:01:02	Pegou trena para cortar cerâmica	
15:09:02	00:02:57	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:11:59	00:02:10	Executou 116º ciclo	
15:14:09	00:03:27	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:17:36	00:01:44	Executou 117º ciclo	
15:19:20	00:01:39	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:20:59	00:03:02	Executou 118º ciclo	
15:24:01	00:01:39	Foi procurar a régua de alumínio	
15:25:40	00:00:49	Chegou junto com o encarregado que inspecionar	
15:26:29	00:02:20	Nivelou banheiro para assentar cerâmica	Utilizou prumo
15:28:49	00:01:26	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:30:15	00:00:45	Esperou ajudante levar argamassa	
15:31:00	00:03:10	Executou 119º ciclo	
15:34:10	00:00:49	Executou 120º ciclo	
15:34:59	00:01:36	Executou 121º ciclo	
15:36:35	00:00:46	Iniciou 122º ciclo	
15:37:21	00:00:49	Parou ciclo e cortou cerâmicas	
15:38:10	00:01:00	Finalizou 122º ciclo	
15:39:10	00:00:56	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:40:06	00:00:49	Buscou argamassa para assentar	
15:40:55	00:02:35	Executou 123º ciclo	
15:43:30	00:00:50	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:44:20	00:01:30	Executou 124º ciclo	
15:45:50	00:01:16	Descansou	

15:47:06	00:01:42	Executou 125º ciclo	
15:48:48	00:04:13	Marcou e cortou algumas cerâmicas	2 peças de canto
15:53:01	00:02:03	Executou 126º ciclo	
15:55:04	00:01:51	Esperou ajudante organizar cerâmicas	
15:56:55	00:00:50	Executou 127º ciclo	
15:57:45	00:01:00	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:58:45	00:03:09	Executou 128º ciclo	
16:01:54	00:01:35	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:03:29	00:02:02	Executou 129º ciclo	
16:05:31	00:03:19	Nivelou banheiro para assentar cerâmica	Utilizou prumo
16:08:50	00:03:27	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:12:17	00:00:48	Executou 130º ciclo	
16:13:05	00:01:00	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:14:05	00:02:05	Executou 131º ciclo	
16:16:10	00:01:48	Executou 132º ciclo	
16:17:58	00:00:37	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:18:35	00:02:25	Executou 133º ciclo	
16:21:00	00:00:50	Esperou ajudante organizar cerâmicas	
16:21:50	00:02:30	Executou 134º ciclo	
16:24:20	00:02:49	Executou 135º ciclo	
16:27:09	00:00:52	Executou 136º ciclo	
16:28:01	00:00:29	Lavou as mãos	
16:28:30	00:29:33	Desceu para ir ao RH	Foi resolver problemas referentes ao vale transporte
16:58:03	00:05:12	Chegou e descansou	
17:03:15	00:11:45	Limpou cômodo onde estava trabalhando	
17:15:00	FINAL DO EXPEDIENTE		

APÊNDICE C – FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO NO TURNO (COMPLETA APÓS A IMPLANTAÇÃO DO TP) – ESTUDO DE CASO 3

LEGENDA

	Ciclo
	Deslocamento e transporte
	Corte
	Retrabalho
	Limpeza
	Necessidade fisiológicas e descanso
	Espera
	Borrifamento
	Nivelamento e prumo

Horário	Intervalo	Atividade Executada pelo Pedreiro	Observação
07:30:00	00:02:51	Marcou e cortou algumas cerâmicas	Tocou o sinal para iniciar os serviços
07:32:51	00:01:04	Buscou caixas de cerâmica em outros compartimentos	
07:33:55	00:00:23	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	
07:34:18	00:01:52	Marcou peças para corte	
07:36:10	00:00:13	Pegou balde	
07:36:23	00:00:34	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
07:36:57	00:01:34	Executou 1º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
07:38:31	00:01:20	Executou 2º ciclo	
07:39:51	00:02:39	Executou 3º ciclo	
07:42:30	00:01:11	Executou 4º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
07:43:41	00:00:20	Executou 5º ciclo	
07:44:01	00:00:31	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
07:44:32	00:01:43	Executou 6º ciclo	

07:46:15	00:00:25	Executou 7º ciclo	
07:46:40	00:00:49	Marcou e cortou algumas cerâmicas	
07:47:29	00:00:11	Iniciou 8º ciclo	
07:47:40	00:00:22	Parou ciclo e cortou cerâmicas	
07:48:02	00:00:29	Finalizou 8º ciclo	
07:48:31	00:02:19	Executou 9º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
07:50:50	00:00:44	Verificou o prumo das cerâmicas	
07:51:34	00:01:06	Executou 10º ciclo	
07:52:40	00:00:53	Executou 11º ciclo	
07:53:33	00:01:45	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	
07:55:18	00:00:14	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
07:55:32	00:01:51	Executou 12º ciclo	
07:57:23	00:01:02	Executou 13º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo das cerâmicas no seu tempo ocioso
07:58:25	00:02:25	Executou 14º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica. Ajudante corta cerâmica no seu tempo ocioso
08:00:50	00:01:08	Executou 15º ciclo	
08:01:58	00:01:00	Executou 16º ciclo	
08:02:58	00:01:00	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:03:58	00:01:44	Executou 17º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
08:05:42	00:00:58	Executou 18º ciclo	
08:06:40	00:00:36	Executou 19º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
08:07:16	00:01:09	Executou 20º ciclo	
08:08:25	00:00:51	Executou 21º ciclo	
08:09:16	00:00:55	Executou 22º ciclo	
08:10:11	00:01:04	Executou 23º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
08:11:15	00:01:00	Executou 24º ciclo	
08:12:15	00:00:25	Executou 25º ciclo	
08:12:40	00:00:22	Executou 26º ciclo	

08:13:02	00:00:38	Mobilizou equipamentos e materiais para assentar outra parede	Ajudante auxiliou
08:13:40	00:01:01	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	Usou talhadeira, martelo e colher de pedreiro
08:14:41	00:00:31	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:15:12	00:02:38	Executou 27º ciclo	
08:17:50	00:00:41	Executou 28º ciclo	
08:18:31	00:01:09	Executou 29º ciclo	
08:19:40	00:00:58	Executou 30º ciclo	
08:20:38	00:01:34	Executou 31º ciclo	
08:22:12	00:00:47	Marcou peça para corte	
08:22:59	00:00:35	Executou 32º ciclo	
08:23:34	00:01:28	Executou 33º ciclo	
08:25:02	00:01:00	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:26:02	00:02:21	Executou 34º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
08:28:23	00:00:18	Marcou peça para corte	
08:28:41	00:00:44	Executou 35º ciclo	
08:29:25	00:00:15	Cortou peça	
08:29:40	00:01:09	Executou 36º ciclo	
08:30:49	00:00:06	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:30:55	00:03:00	Executou 37º ciclo	
08:33:55	00:00:29	Executou 38º ciclo	
08:34:24	00:01:03	Executou 39º ciclo	
08:35:27	00:00:23	Executou 40º ciclo	
08:35:50	00:00:54	Parou para descansar	
08:36:44	00:02:17	Executou 41º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
08:39:01	00:00:38	Marcou peças para corte	Ajudante cortou algumas peças
08:39:39	00:01:55	Executou 42º ciclo	
08:41:34	00:01:26	Executou 43º ciclo	
08:43:00	00:00:46	Inspecionou o nivelamento das peças	
08:43:46	00:01:38	Executou 44º ciclo	
08:45:24	00:00:16	Executou 45º ciclo	
08:45:40	00:01:00	Verificou o prumo das cerâmicas	

08:46:40	00:02:03	Executou 46º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
08:48:43	00:00:33	Marcou peça para corte	Ajudante cortou a peça
08:49:16	00:00:55	Executou 47º ciclo	
08:50:11	00:01:01	Executou 48º ciclo	
08:51:12	00:00:56	Executou 49º ciclo	
08:52:08	00:00:48	Bateu martelo em outras peças para nivelá-las	
08:52:56	00:02:34	Executou 50º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
08:55:30	00:00:36	Executou 51º ciclo	
08:56:06	00:00:19	Executou 52º ciclo	
08:56:25	00:02:31	Inspecionou o nivelamento das peças	
08:58:56	00:00:59	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
08:59:55	00:02:55	Executou 53º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica. Ajudante borrifou água onde seria assentado mais cerâmicas
09:02:50	00:00:41	Executou 54º ciclo	
09:03:31	00:01:40	Executou 55º ciclo	
09:05:11	00:02:24	Executou 56º ciclo	
09:07:35	00:00:35	Marcou e cortou algumas cerâmicas	
09:08:10	00:02:17	Executou 57º ciclo	
09:10:27	00:00:18	Executou 58º ciclo	
09:10:45	00:01:19	Executou 59º ciclo	
09:12:04	00:00:57	Executou 60º ciclo	
09:13:01	00:00:39	Marcou peça para corte	Ajudante cortou a peça
09:13:40	00:00:31	Executou 61º ciclo	
09:14:11	00:00:48	Cortou peças	
09:14:59	00:00:41	Executou 62º ciclo	
09:15:40	00:00:54	Executou 63º ciclo	
09:16:34	00:00:26	Executou 64º ciclo	
09:17:00	00:01:02	Mobilizou equipamentos e materiais para assentar outra parede	Ajudante o ajudou
09:18:02	00:00:49	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	

09:18:51	00:02:38	Executou 65º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
09:21:29	00:01:41	Executou 66º ciclo	
09:23:10	00:01:28	Reassentou ciclo 66º	Cerâmica estava desnivelada
09:24:38	00:00:23	Executou 65º ciclo	
09:25:01	00:02:29	Executou 66º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
09:27:30	00:00:49	Executou 67º ciclo	
09:28:19	00:01:27	Reassentou ciclo 67º	
09:29:46	00:01:06	Descansou	
09:30:52	00:02:06	Executou 68º ciclo	
09:32:58	00:02:43	Executou 69º ciclo	
09:35:41	00:01:58	Executou 70º ciclo	
09:37:39	00:01:56	Executou 71º ciclo	
09:39:35	00:00:05	Executou 72º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
09:39:40	00:02:00	Organizou espaço físico do compartimento	
09:41:40	00:00:45	Executou 73º ciclo	
09:42:25	00:01:15	Executou 74º ciclo	
09:43:40	00:01:11	Inspecionou o nivelamento das peças	
09:44:51	00:00:41	Executou 75º ciclo	
09:45:32	00:01:39	Executou 76º ciclo	
09:47:11	00:02:41	Executou 77º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
09:49:52	00:00:56	Executou 78º ciclo	
09:50:48	00:01:29	Executou 79º ciclo	
09:52:17	00:00:18	Executou 80º ciclo	
09:52:35	00:01:59	Executou 81º ciclo	
09:54:34	00:01:41	Bateu martelo em outras peças para nivelá-las	
09:56:15	00:00:46	Executou 82º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
09:57:01	00:03:18	Executou 83º ciclo	
10:00:19	00:00:56	Executou 84º ciclo	
10:01:15	00:00:48	Executou 85º ciclo	
10:02:03	00:00:52	Executou 86º ciclo	
10:02:55	00:00:25	Executou 87º ciclo	

10:03:20	00:00:10	Descansou	
10:03:30	00:00:32	Executou 88º ciclo	
10:04:02	00:01:08	Pegou copo em outro compartimento e bebeu água	
10:05:10	00:01:31	Executou 89º ciclo	
10:06:41	00:00:29	Executou 90º ciclo	
10:07:10	00:00:25	Executou 91º ciclo	
10:07:35	00:00:21	Inspecionou o nivelamento das peças	
10:07:56	00:02:00	Executou 92º ciclo	
10:09:56	00:01:34	Executou 93º ciclo	
10:11:30	00:00:23	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:11:53	00:00:56	Executou 94º ciclo	
10:12:49	00:00:51	Mobilizou equipamentos e materiais para assentar outra parede	
10:13:40	00:01:50	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:15:30	00:00:17	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
10:15:47	00:02:43	Executou 95º ciclo	
10:18:30	00:00:43	Executou 96º ciclo	
10:19:13	00:00:32	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:19:45	00:01:06	Executou 97º ciclo	
10:20:51	00:02:29	Executou 98º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
10:23:20	00:01:53	Executou 99º ciclo	
10:25:13	00:00:44	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:25:57	00:02:02	Executou 100º ciclo	
10:27:59	00:00:48	Executou 101º ciclo	
10:28:47	00:00:28	Iniciou 102º ciclo	
10:29:15	00:00:45	Parou ciclo e cortou cerâmicas	
10:30:00	00:00:10	Finalizou 102º ciclo	
10:30:10	00:00:32	Executou 103º ciclo	
10:30:42	00:02:58	Executou 104º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
10:33:40	00:01:19	Executou 105º ciclo	
10:34:59	00:00:23	Marcou e cortou uma cerâmica	Ajudante foi auxiliar o outro pedreiro da equipe
10:35:22	00:01:06	Executou 106º ciclo	

10:36:28	00:02:11	Executou 107º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
10:38:39	00:00:43	Executou 108º ciclo	
10:39:22	00:00:14	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:39:36	00:00:44	Executou 109º ciclo	
10:40:20	00:01:17	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:41:37	00:02:32	Executou 110º ciclo	
10:44:09	00:00:41	Executou 111º ciclo	
10:44:50	00:00:40	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:45:30	00:02:29	Executou 112º ciclo	
10:47:59	00:00:45	Nivelou outra parede para assentar cerâmica	
10:48:44	00:02:13	Descansou	
10:50:57	00:02:10	Executou 113º ciclo	
10:53:07	00:02:08	Executou 114º ciclo	
10:55:15	00:01:00	Executou 115º ciclo	
10:56:15	00:00:47	Executou 116º ciclo	
10:57:02	00:01:04	Marcou e cortou uma cerâmica	
10:58:06	00:00:30	Executou 117º ciclo	
10:58:36	00:00:27	Executou 118º ciclo	
10:59:03	00:00:29	Executou 119º ciclo	
10:59:32	00:00:42	Executou 120º ciclo	
11:00:14	00:03:01	Nivelou outra parede para assentar cerâmica	
11:03:15	00:00:26	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
11:03:41	00:01:34	Executou 121º ciclo	
11:05:15	00:01:13	Marcou e cortou uma cerâmica	
11:06:28	00:00:27	Executou 122º ciclo	
11:06:55	00:02:10	Executou 123º ciclo	Desempenou argamassa para 4 peças de cerâmica
11:09:05	00:02:31	Executou 124º ciclo	
11:11:36	00:01:29	Executou 125º ciclo	
11:13:05	00:00:50	Marcou e cortou uma cerâmica	
11:13:55	00:01:16	Executou 126º ciclo	
11:15:11	00:01:41	Executou 127º ciclo	
11:16:52	00:01:13	Executou 128º ciclo	
11:18:05	00:03:23	Executou 129º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
11:21:28	00:03:16	Executou 130º ciclo	

11:24:44	00:03:03	Descansou	
11:27:47	00:02:13	Saiu para almoço	
11:30:00	-	Fim do período da manhã	
ALMOÇO			
12:30:00	00:04:41	Descansou	Início do período da tarde
12:34:41	00:04:00	Nivelou outra parede para assentar cerâmica	
12:38:41	00:01:31	Buscou argamassa	Ajudante ausente
12:40:12	00:00:49	Limpou compartimento que estava assentando cerâmica	
12:41:01	00:02:13	Marcou e cortou algumas cerâmicas	3 peças
12:43:14	00:00:43	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
12:43:57	00:01:58	Executou 131º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
12:45:55	00:00:54	Executou 132º ciclo	
12:46:49	00:01:50	Marcou peças para ajudante levar a central de corte	
12:48:39	00:00:13	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
12:48:52	00:02:30	Executou 133º ciclo	
12:51:22	00:00:39	Marcou e cortou uma cerâmica	
12:52:01	00:02:01	Executou 134º ciclo	
12:54:02	00:01:30	Marcou e cortou uma cerâmica	
12:55:32	00:01:59	Executou 135º ciclo	
12:57:31	00:01:14	Organizou espaço físico do compartimento	
12:58:45	00:01:22	Marcou peças para ajudante levar a central de corte	
13:00:07	00:00:28	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:00:35	00:00:25	Descansou	
13:01:00	00:01:39	Executou 136º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
13:02:39	00:01:33	Executou 137º ciclo	
13:04:12	00:02:40	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:06:52	00:00:40	Executou 138º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
13:07:32	00:01:48	Executou 139º ciclo	

13:09:20	00:01:25	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:10:45	00:00:41	Executou 140º ciclo	
13:11:26	00:00:29	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:11:55	00:00:17	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
13:12:12	00:02:03	Executou 141º ciclo	
13:14:15	00:01:51	Marcou peças para ajudante levar na central de corte	
13:16:06	00:00:24	Descansou	
13:16:30	00:01:42	Retrabalhou corte que veio da central	
13:18:12	00:00:51	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	
13:19:03	00:01:27	Executou 142º ciclo	
13:20:30	00:00:57	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:21:27	00:00:14	Executou 143º ciclo	
13:21:41	00:00:50	Não encaixou e cortou novamente a peça	
13:22:31	00:00:30	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:23:01	00:01:13	Executou 144º ciclo	
13:24:14	00:00:32	Executou 145º ciclo	
13:24:46	00:00:30	Inspecionou o nivelamento das peças	
13:25:16	00:01:48	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:27:04	00:01:28	Executou 146º ciclo	
13:28:32	00:00:39	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:29:11	00:01:24	Executou 147º ciclo	
13:30:35	00:00:42	Inspecionou o nivelamento das peças	
13:31:17	00:00:40	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
13:31:57	00:02:58	Executou 148º ciclo	
13:34:55	00:00:32	Executou 149º ciclo	
13:35:27	00:00:44	Executou 150º ciclo	
13:36:11	00:00:50	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:37:01	00:01:00	Executou 151º ciclo	
13:38:01	00:01:54	Executou 152º ciclo	
13:39:55	00:00:49	Executou 153º ciclo	
13:40:44	00:01:03	Executou 154º ciclo	
13:41:47	00:00:19	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:42:06	00:00:57	Executou 155º ciclo	

13:43:03	00:00:50	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	
13:43:53	00:02:28	Executou 156º ciclo	
13:46:21	00:00:43	Executou 157º ciclo	
13:47:04	00:02:15	Executou 158º ciclo	
13:49:19	00:01:32	Executou 159º ciclo	
13:50:51	00:00:15	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:51:06	00:01:36	Reassentou ciclo 159º	
13:52:42	00:01:22	Executou 160º ciclo	
13:54:04	00:01:58	Executou 161º ciclo	
13:56:02	00:00:59	Inspecionou o nivelamento das peças	
13:57:01	00:00:40	Marcou e cortou uma cerâmica	
13:57:41	00:01:31	Executou 162º ciclo	
13:59:12	00:02:03	Executou 163º ciclo	
14:01:15	00:00:14	Executou 164º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
14:01:29	00:00:26	Executou 165º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
14:01:55	00:00:54	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:02:49	00:01:26	Executou 166º ciclo	
14:04:15	00:00:59	Executou 167º ciclo	
14:05:14	00:01:47	Executou 168º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
14:07:01	00:00:43	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:07:44	00:00:46	Executou 169º ciclo	
14:08:30	00:01:14	Mobilizou equipamentos e materiais para assentar outra parede	
14:09:44	00:00:23	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
14:10:07	00:00:54	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	
14:11:01	00:02:06	Marcou peças	Ajudante cortou as peças
14:13:07	00:02:28	Executou 170º ciclo	
14:15:35	00:01:15	Executou 171º ciclo	
14:16:50	00:01:11	Executou 172º ciclo	
14:18:01	00:02:16	Executou 173º ciclo	
14:20:17	00:01:03	Bebeu água e descansou	
14:21:20	00:00:29	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	

14:21:49	00:03:24	Executou 174º ciclo	Desempenou argamassa para 5 peças de cerâmica
14:25:13	00:01:03	Executou 175º ciclo	
14:26:16	00:02:06	Executou 176º ciclo	
14:28:22	00:00:44	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:29:06	00:02:07	Executou 176º ciclo	
14:31:13	00:02:11	Reassentou ciclo 176º	
14:33:24	00:01:35	Executou 177º ciclo	
14:34:59	00:00:26	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:35:25	00:00:47	Executou 178º ciclo	
14:36:12	00:02:48	Executou 179º ciclo	Desempenou argamassa para 5 peças de cerâmica
14:39:00	00:00:55	Executou 180º ciclo	
14:39:55	00:01:25	Executou 181º ciclo	
14:41:20	00:00:24	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:41:44	00:01:16	Executou 182º ciclo	
14:43:00	00:03:26	Foi verificar se havia outro compartimento para assentar cerâmica	
14:46:26	00:06:35	Nivelou outra parede para assentar cerâmica	
14:53:01	00:01:44	Marcou e cortou uma cerâmica	
14:54:45	00:02:47	Executou 183º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
14:57:32	00:01:39	Executou 184º ciclo	
14:59:11	00:01:59	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:01:10	00:00:34	Executou 185º ciclo	
15:01:44	00:03:49	Executou 186º ciclo	Desempenou argamassa para 6 peças de cerâmica
15:05:33	00:00:42	Executou 187º ciclo	
15:06:15	00:00:48	Executou 188º ciclo	
15:07:03	00:01:10	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:08:13	00:00:48	Executou 189º ciclo	
15:09:01	00:01:00	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:10:01	00:00:47	Executou 190º ciclo	
15:10:48	00:03:07	Executou 191º ciclo	
15:13:55	00:00:46	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:14:41	00:00:44	Executou 192º ciclo	
15:15:25	00:00:48	Executou 193º ciclo	
15:16:13	00:01:12	Marcou e cortou uma cerâmica	

15:17:25	00:01:05	Executou 194º ciclo	
15:18:30	00:00:35	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:19:05	00:01:44	Executou 195º ciclo	
15:20:49	00:01:42	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:22:31	00:00:30	Descansou	
15:23:01	00:03:03	Executou 196º ciclo	
15:26:04	00:01:35	Executou 197º ciclo	
15:27:39	00:01:14	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:28:53	00:00:54	Executou 198º ciclo	
15:29:47	00:02:53	Executou 199º ciclo	
15:32:40	00:02:03	Executou 200º ciclo	
15:34:43	00:02:24	Executou 201º ciclo	
15:37:07	00:00:57	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:38:04	00:00:59	Executou 202º ciclo	
15:39:03	00:02:46	Executou 203º ciclo	
15:41:49	00:00:23	Executou 204º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de cerâmica
15:42:12	00:01:01	Marcou peça cerâmica	Ajudante cortou peça
15:43:13	00:00:27	Marcou peça cerâmica	Ajudante cortou peça
15:43:40	00:00:23	Marcou e cortou uma cerâmica	
15:44:03	00:01:37	Executou 205º ciclo	
15:45:40	00:00:25	Foi buscar banco para assentar peças próximo ao nível do forro	Ajudante estava cortando peças
15:46:05	00:01:44	Executou 206º ciclo	Desempenou argamassa para 3 peças de cerâmica
15:47:49	00:00:36	Marcou e cortou uma cerâmica	Ajudante estava cortando peças
15:48:25	00:00:54	Executou 207º ciclo	
15:49:19	00:02:16	Executou 208º ciclo	
15:51:35	00:02:29	Mobilizou equipamentos e materiais para assentar outra parede	
15:54:04	00:00:39	Tirou sobras de concreto nos cantos do piso com a local	
15:54:43	00:08:00	Nivelou parede para assentar cerâmica	
16:02:43	00:05:07	Marcou e cortou 7 peças cerâmicas	Ajudante borrifou local onde seria assentado mais peças cerâmicas
16:07:50	00:00:41	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
16:08:31	00:01:30	Executou 209º ciclo	

16:10:01	00:02:00	Executou 210º ciclo	
16:12:01	00:00:48	Executou 211º ciclo	
16:12:49	00:01:06	Executou 212º ciclo	
16:13:55	00:00:38	Executou 213º ciclo	
16:14:33	00:01:30	Executou 214º ciclo	
16:16:03	00:00:52	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
16:16:55	00:01:53	Executou 215º ciclo	
16:18:48	00:00:57	Executou 216º ciclo	
16:19:45	00:01:02	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:20:47	00:01:14	Executou 217º ciclo	
16:22:01	00:02:11	Executou 218º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
16:24:12	00:00:58	Executou 219º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:25:10	00:01:38	Executou 220º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:26:48	00:00:23	Executou 221º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:27:11	00:01:00	Executou 222º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:28:11	00:01:26	Executou 223º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:29:37	00:00:42	Executou 224º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:30:19	00:01:21	Executou 225º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:31:40	00:02:28	Executou 226º ciclo	Ajudante aplicou argamassa no tardo de da cerâmica
16:34:08	00:00:29	Borrifou local onde assentaria cerâmicas	
16:34:37	00:04:12	Executou 227º ciclo	Desempenou argamassa para 7 peças de cerâmica
16:38:49	00:00:22	Executou 228º ciclo	
16:39:11	00:00:42	Executou 229º ciclo	
16:39:53	00:00:57	Executou 230º ciclo	
16:40:50	00:00:39	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:41:29	00:01:05	Executou 231º ciclo	
16:42:34	00:03:14	Executou 232º ciclo	
16:45:48	00:03:27	Marcou e cortou uma cerâmica	

16:49:15	00:02:46	Executou 233º ciclo	
16:52:01	00:00:55	Executou 234º ciclo	
16:52:56	00:01:59	Executou 235º ciclo	Desempenou argamassa para 2 peças de cerâmica
16:54:55	00:02:07	Marcou e cortou uma cerâmica	
16:57:02	00:01:45	Executou 236º ciclo	
16:58:47	00:01:43	Executou 237º ciclo	
17:00:30	00:01:31	Executou 238º ciclo	
17:02:01	00:02:08	Executou 239º ciclo	
17:04:09	00:10:51	Limpou cômodo onde estava trabalhando	
17:15:00	FINAL DO EXPEDIENTE		