



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RODRIGO JOSÉ PAIVA CRUZ

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS
PARCELAS CRÍTICAS DO TRABALHO PARA A
PADRONIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Londrina
2018

RODRIGO JOSÉ PAIVA CRUZ

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS
PARCELAS CRÍTICAS DO TRABALHO PARA A
PADRONIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Aranha Saffaro

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Cruz, Rodrigo José Paiva.

Proposta de um método para identificação das parcelas críticas do trabalho para a padronização na construção civil / Rodrigo José Paiva Cruz. - Londrina, 2018.
170 f. : il.

Orientador: Fernanda Aranha Saffaro.

Dissertação (Mestrado em Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, , 2018.

Inclui bibliografia.

1. Padronização - Tese. 2. Padrões - Tese. 3. Parcelas críticas do trabalho - Tese. I. Saffaro, Fernanda Aranha. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. . III. Título.

RODRIGO JOSÉ PAIVA CRUZ

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS
PARCELAS CRÍTICAS DO TRABALHO PARA A PADRONIZAÇÃO
NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Aranha
Saffaro
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Carlos Torres Formoso
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
UFRGS

Profa. Dra. Elvira Maria Vieira Lantelme
Faculdade Meridional – IMED

Londrina, 27 de julho de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à CAPES pelo auxílio financeiro concedido a esta pesquisa.

Agradeço também à minha orientadora professora Dr^a. Fernanda Aranha Saffaro por todo conhecimento passado ao longo destes dois anos, sem o qual não seria possível a idealização desta pesquisa. Aproveito para agradecer também pelo incentivo, paciência e amizade que me fizeram evoluir não apenas como pesquisador, mas também pessoalmente.

Agradeço aos professores da banca, o professor Dr. Carlos Torres Formoso e a professora Dr.^a Elvira Maria Vieira Lantelme, pela disponibilidade para o aprimoramento desta pesquisa.

Agradeço a doutoranda professora Wanessa pelo apoio em todos os momentos e pela grande contribuição nas discussões ao longo da pesquisa, ao mestrando Arthur, assim como aos alunos de iniciação científica que estiverem envolvidos com os estudos realizados.

Agradeço, de maneira geral, aos professores do ENGES/UEL que contribuíram diretamente para a minha formação dentro do programa.

Agradeço aos meus amigos pelo incentivo, paciência, apoio e companhia ao longo deste período e à minha família por acreditarem nos meus sonhos e serem o meu apoio em todas as etapas da minha história.

E sobretudo, agradeço à Deus pela força, pela oportunidade de viver e evoluir.

CRUZ, Rodrigo José Paiva. **Proposta de um método para identificação das parcelas críticas do trabalho para a padronização na construção civil**. 2018. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

A padronização é um princípio instrumental da gestão com vistas à redução da variabilidade no processo produtivo. Contudo, padrões detalhados, ou seja, excessivas especificações para orientar a execução do trabalho levam à baixa adesão por parte dos operadores na construção civil. Isto ocorre em função das particularidades do sistema de produção deste setor e da dificuldade de prever todas as situações possíveis em um ambiente com alta incerteza. Na literatura, foram encontradas diferentes abordagens para a definição de padrões que vão desde padrões detalhados, tais como o trabalho padronizado adotado pela Toyota, até instruções flexíveis do trabalho recomendadas pelo Sistema Sócio Técnico. Outros autores defendem certa flexibilidade na definição de regras a serem seguidas, porém com a necessidade de especificação de parcelas críticas do trabalho. Esta pesquisa se enquadra nessa última vertente, tendo como objetivo a proposição de um método para identificação das parcelas críticas do trabalho. Para tanto, com base na abordagem *Design Science Research*, foram realizados um estudo inicial exploratório em uma empresa de montagem e instalação de móveis planejados e dois estudos empíricos, sendo o primeiro deles na atividade de assentamento de pisos e azulejos e o segundo na montagem de formas de pilar, ambos em uma construtora na cidade de Londrina/PR. O estudo exploratório propiciou uma caracterização inicial das Parcelas Críticas do Trabalho, assim como um protocolo para coleta de dados empregado no estudo empírico EE1. A partir do estudo empírico, foram obtidos avanços, tanto na caracterização das Parcelas Críticas como no protocolo. A partir do EE2, detectou-se outros fatores que contribuem para a identificação de tais parcelas, assim como constatou-se a viabilidade do uso do mesmo protocolo em diferentes fases da obra. Desta forma, com base nas evidências levantadas, elaborou-se um método para identificação das parcelas críticas do trabalho a serem inseridas no padrão de trabalho da construção civil. Posteriormente, o método proposto foi testado e avaliado diante de aspectos, tais como, facilidade de uso e utilidade, oportunidade em que foram propostas melhorias ao método proposto. Por fim, com base nos resultados obtidos, foram destacadas as contribuições teóricas e práticas desta pesquisa.

Palavras-chave: Padronização. Padrões. Parcelas críticas do trabalho.

CRUZ, Rodrigo José Paiva. **Proposal of a method for the identification of critical parts of work to standardization in civil construction** . 2018. 170 p. Dissertation (Master's Degree in Construction and Sanitation Engineering) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

Standardization is a management instrumental principle aimed at reducing variability in the production process. However, detailed standards, in other words, excessive specifications to guide the execution of the work lead to low adherence by operators in construction. This is due to the particularities of the construction production system and the difficulty of predicting all situations arising from an environment with high uncertainty. In the literature, there are different approaches for the definition of standards ranging from detailed standards, such as standardized work adopted by Toyota, to flexible work instructions recommended by the Sociotechnical System. Other authors defend certain flexibility in the definition of rules to be followed, but sustain the need to specify critical parts of the work. This research fits in this last strand, with the objective of proposing a method to identify the critical parts of the work. The research approach adopted was the Design Science. Two studies were carried out in a construction company in the city of Londrina: an exploratory initial study developed in a company of customized furniture and an empirical study on the activity of installing floors and wall tiles in a construction company. The exploratory study provided an initial characterization of the critical parts of the work, as well as a protocol used for the data collection in the EE1. From the EE1, advances were obtained both in the characterization of the critical parts and in the protocol. From the EE2, other factors that contribute to the identification of such parcels were detected, as well as the viability of using the same protocol in different phases of the work. Thus, based on the evidence gathered, a method was developed in order to identify the critical portions of the work to be inserted in the civil work standard. Subsequently, the proposed method was tested and evaluated according to some aspects, such as the ease of use and usefulness, an opportunity in which improvements were proposed to the method. Finally, based on the results obtained, the theoretical and practical contributions of this research were highlighted.

Keywords: Standardization. Standards. Critical parts of the work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– A estrutura em rede da produção.....	25
Figura 2	– <i>Inputs</i> básicos para as atividades da construção civil.....	29
Figura 3	– Exemplo prático do Padrão Técnico de Processo.....	29
Figura 4	– Exemplo de procedimento operacional.....	41
Figura 5	– Espiral da conversão do conhecimento.....	63
Figura 6	– Delineamento da pesquisa.....	63
Figura 7	– Projeto da fachada do empreendimento onde foi realizado o EE1.....	71
Figura 8	– Projeto do pavimento tipo com o detalhamento dos pilares e a divisão das fases de execução.....	79
Figura 9	– Projeto da fachada do empreendimento onde foi realizado o EE2.....	82
Figura 10	– Pavimento tipo dividida nas fases de montagem das formas dos pilares.....	83
Figura 11	– Tarugo instalado para reforçar a fixação da peça em balanço.....	87
Figura 12	– Peça em balanço instalada com o reforço interno.....	87
Figura 13	– Reforço do apoio da base com o auxílio de um tarugo de madeira.....	87
Figura 14	– Execução de ajustes para correção de falhas na abertura da porta identificadas por meio da simulação.....	88
Figura 15	– (a) Fixação de tarugos no tamponamento; e (b) Tarugo utilizado como guia para o posicionamento na instalação.....	90
Figura 16	– Ajustes na vista com o auxílio da aplanadora.....	91
Figura 17	– (a) Destreza do operador ao instalar a vista; e (b) vista finalizada.....	91
Figura 18	– Simulação para verificação do furo do ponto hidráulico.....	97
Figura 19	– Ilustração do recorte da saia.....	97
Figura 20	– Demonstração da exatidão do recorte da peça devido à simulação da peça no local.....	100
Figura 21	– (a) e (b) Simulação da peça no local para demarcação do corte com precisão dimensional e; (b) e (d) linhas de referência da região do corte.....	101

Figura 22 – Verificação da inclinação do piso	102
Figura 23 – Verificação do cobrimento do piso pelo azulejo	103
Figura 24 – (a) Demarcação da linha de corte no verso do piso, (b) uso da riscadeira como auxílio para recorte; e (c) recorte do verso do piso com auxílio da serra	103
Figura 25 – Demonstração da redução da movimentação do operário a partir da ação realizada.....	107
Figura 26 – Demonstração de qual parede deve ser executada primeiramente	108
Figura 27 – Execução do piso diamantado após o assentamento do restante da área	109
Figura 28 – Colocação temporária de peças sem argamassa no locais onde serão executados o piso diamantado.....	110
Figura 29 – Demonstração da primeira quebra da peça	110
Figura 30 – Retirada de excesso de argamassa da região das juntas.....	113
Figura 31 – Limpeza das juntas	113
Figura 32 – Sustentação do primeiro painel da forma com o auxílio de um arame.....	114
Figura 33 – Montagem das formas até a colocação dos primeiros tensores nas laterais.....	126
Figura 34 – Corte do tubo	127
Figura 35 – Formato do tubo após o corte, em que uma das extremidades é enviesado.....	128
Figura 36 – Distribuição dos tensores no pilar de fora para dentro	128
Figura 37 – Fluxograma para aplicação do método	131
Figura 38 – Fluxograma para aplicação do método	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Elementos do padrão na construção civil.....	53
Quadro 2	– Princípios para a elaboração e uso dos procedimentos como regras.....	55
Quadro 3	– Síntese dos dados coletados durante o estudo exploratório.....	92
Quadro 4	– Caracterização das parcelas críticas	95
Quadro 5	– Protocolo para identificação das parcelas críticas do trabalho.....	95
Quadro 6	– Características e constructos intrínsecos aos relatos de “Repetição”.....	99
Quadro 7	– Características e constructos comuns aos relatos correlacionados ao “Uso de estratégias para garantia de precisão dimensional”	105
Quadro 8	– Características e constructos intrínsecos aos relatos de “Simulação do uso do produto”	106
Quadro 9	– Características e constructos intrínsecos ao relato correlacionado à “Redução da dificuldade”	112
Quadro 10	– Características e constructos intrínsecos aos relatos correlacionados a “Cuidados especiais”	115
Quadro 11	– Ampliação da caracterização das parcelas críticas do trabalho.....	118
Quadro 12	– Protocolo para identificação das parcelas críticas no trabalho.....	120
Quadro 13	– Análise dos critérios que caracterizam as PCTs identificadas no EE1	121
Quadro 14	– Características, constructos e respectivos desdobramento das ações críticas identificadas a partir da Facilitação da Ação	129
Quadro 15	– Características, constructos e respectivos desdobramento das ações críticas identificadas a partir da Precaução	132
Quadro 16	– Análise dos critérios que caracterizam as PCTs	133
Quadro 17	– Caracterização das PCT na construção civil.....	134
Quadro 18	– Protocolo para identificação das PCT	135
Quadro 19	– Ficha de coleta de informações preliminares.....	138
Quadro 20	– Ficha de Análise Inicial das Operações	139
Quadro 21	– Ficha de Análise Final e Caracterização das PCTs	140

Quadro 22 – Análise inicial das operações do serviço de forro de gesso acartonado	143
Quadro 23 – Análise Final para identificação das PCT do serviço de forro de gesso acartonado.....	146
Quadro 24 – Análise inicial das operações do serviço de instalação de bancada	149
Quadro 25 – Análise final para identificação das PCT no serviço de instalação de bancadas	151

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DSR	Desing Science Research
ENGES	Engenharia de Edificações e Saneamento
EE1	Estudo Empírico 1
EE2	Estudo Empírico 2
FRS	First Run Study
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
ISO	International Organization Standardization
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PCT	Parcela Crítica do Trabalho
PDCA	Planejar-Executar-Verificar-Agir
PPGEC-UEL	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
POP	Procedimento Operacional Padronizado
PT	Pacote de Trabalho
PTP	Padrão Técnico de Processo
PSP	Projeto do Sistema de Produção
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SST	Sistema Sócio Técnico
STP	Sistema Toyota de Produção
TP	Trabalho Padronizado
WIP	Work-in-Progress

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.3	QUESTÕES DE PESQUISA	23
1.4	OBJETIVOS	23
2	GESTÃO DA PRODUÇÃO	24
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	24
2.2	MECANISMO FUNÇÃO-PRODUÇÃO.....	24
2.3	VARIABILIDADE	27
2.3.1	Conceito e Fontes da Variabilidade.....	27
2.3.2	Efeitos da Variabilidade e Sua Redução.....	29
2.3.3	Projeto do Processo e da Operação	32
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
3	PADRONIZAÇÃO	36
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	36
3.2	PADRÃO E PADRONIZAÇÃO.....	36
3.3	PADRÕES DE OPERAÇÃO	37
3.3.1	Padrões Técnicos de Processo.....	38
3.3.2	Procedimento Operacional Padronizado.....	40
3.4	A ESPECIFICAÇÃO DO TRABALHO POR MEIO DE REGRAS	42
3.4.1	Discussões a Respeito da Flexibilização das Regras.....	46
3.5	ABORDAGENS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRONIZADOS.....	48
3.5.1	Abordagem Taylorista.....	49
3.5.2	Abordagem da Toyota	50
3.5.3	Abordagem Sócio Técnica.....	55
3.6	ASPECTOS IMPORTANTES ATRELADOS ÀS PCTs.....	56
3.6.1	Segurança	56
3.6.2	Qualidade	57
3.6.3	Conhecimento Tácito.....	61
3.6.4	Improvisação	65
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67

4	MÉTODO DE PESQUISA	69
4.1	ABORDAGEM DA PESQUISA	69
4.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	70
4.3	FONTES DE EVIDÊNCIAS	73
4.4	FASE DE COMPREENSÃO	74
4.4.1	Revisão de Literatura e Discussões com o Grupo de Pesquisa	74
4.4.2	Estudo Exploratório	75
4.4.2.1	A empresa: empresa X.....	75
4.4.2.2	Coleta de dados	76
4.4.2.3	Reflexão e análise dos dados	76
4.4.2.4	Protocolo para coleta de dados	77
4.5	FASE DE DESENVOLVIMENTO	77
4.5.1	Caracterização da Construtora Y e Construtora Z	77
4.5.2	Estudo Empírico 1 – Operações de Acabamento.....	78
4.5.2.1	O empreendimento.....	78
4.5.2.2	Coleta de dados	80
4.5.2.3	Reflexão, análise dos dados e evoluções do EE1	81
4.5.3	Estudo Empírico 2 – Operações da Fase Bruta	82
4.5.3.1	O empreendimento.....	82
4.5.3.2	Coleta de dados	82
4.5.3.3	Reflexão, análise dos dados e evoluções do EE2.....	84
4.5.4	Criação do Método Para Identificação das PCTs.....	84
4.6	FASE DE AVALIAÇÃO	84
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	86
5.1	ETAPA DE COMPREENSÃO - ESTUDO EXPLORATÓRIO.....	86
5.1.1	Resultados e Reflexões do Estudo Exploratório	86
5.1.4	Discussão dos Resultados	94
5.2	ETAPA DE DESENVOLVIMENTO	96
5.2.1	Resultados EE 1	96
5.2.1.1	Repetição	96
5.2.1.2	Uso de estratégia para precisão dimensional.....	100
5.2.1.3	Simulação de uso do produto	106
5.2.1.4	Redução da dificuldade	106

5.2.1.5	Cuidados especial para alcance da qualidade	113
5.2.1.6	Redução de retrabalho	115
5.2.1.7	Segurança	116
5.2.1.8	Discussões dos resultados do EE1	116
5.2.2	Resultados EE 2.....	125
5.2.2.1	Facilitação da ação.....	125
5.2.2.2	Precaução	130
5.2.2.3	Discussões dos resultados do EE 2	132
5.3	MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PCTs	137
5.4	AVALIAÇÃO DO MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PCT.....	142
5.4.1	Descrição da Realização do Estudo e Resultados Obtidos.....	142
5.4.2	Utilidade	152
5.4.3	Facilidade de Uso.....	153
5.5	MELHORIAS PERCEBIDAS A PARTIR DA AVALIAÇÃO DO MÉTODO	155
6	CONCLUSÕES	158
6.1	CONCLUSÃO.....	158
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES	162
	REFERÊNCIAS	163

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A padronização é destacada pela literatura como uma importante abordagem para a gestão da produção (CAMPOS, 1992). Diversos autores, entre eles, Imai (2014), Liker e Meier (2008), Treville e Antonakis (2005), Santos, Formoso e Tookey (2002), Spear e Bowen (1999) e Campos (2004) destacam a redução da variabilidade como relevante benefício da padronização. Koskela (2000), por sua vez, destaca a redução da variabilidade como um importante princípio visto que promove uma sinergia com outros quatro princípios propostos pelo autor com repercussões significativas na melhoria dos processos, sendo eles: redução do *lead time*, simplificação, aumento da flexibilidade de saída e aumento da transparência de processo.

Portanto, em ambientes de alta variabilidade como o da construção civil, a padronização tem especial contribuição (MARIZ; PICCHI, 2013). No entanto, de acordo com o Productivity Press (2012), a padronização somente se dá mediante um ciclo que envolve a definição de um padrão, a comunicação eficaz àqueles que farão uso desse, a adesão ao mesmo e a melhoria contínua. Assim, conforme destaca Imai (2014), a adesão a procedimentos padronizados não implica métodos de trabalho fixos e ambiente de trabalho monótono. Ao contrário, o referido autor considera a definição de um padrão como a hipótese de melhor prática para a melhoria contínua na medida em que possibilita avaliações quanto à evolução no *status*. Diante desta definição de padrão, a adesão e melhoria promove aprendizagem constante e motivação dos funcionários envolvidos (TREVILLE; ANTONAKIS, 2005) e pode repercutir na competitividade da empresa (CAMPOS, 1992).

De acordo com o Productivity Press (2002), um padrão é um conjunto de regras que apresenta claras especificações e expectativas de desempenho sobre um produto ou um processo. Segundo Spear e Bowen (1999), em alinhamento ao conceito de padronização, um dos conceitos de padrão constitui-se em uma hipótese explícita da melhor prática, constantemente testada e desafiada por intermédio de métodos científicos. As alterações são feitas mediante o uso rigoroso

de métodos de resolução de problemas e as propostas testadas empiricamente. O maior benefício desta prática é, segundo estes autores, a aprendizagem intensa dos funcionários da empresa.

Para Kondo (1991), as especificações do padrão podem ser expressas por meio de três componentes: meta, restrições e método. Ou seja, as especificações do padrão abrangem a descrição dos objetivos do trabalho, das restrições que devem ser obedecidas para garantia da segurança e da qualidade, e dos métodos a serem adotados para atender tais objetivos (KONDO, 1991).

Tendo em vista a importância do tema para o setor da construção civil, o grupo de pesquisa de Gestão da Produção do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento (ENGES) da Universidade Estadual de Londrina tem buscado investigar e entender com maior profundidade o processo de padronização do trabalho no setor. No período de 2007 a 2009, o grupo conduziu pesquisas com o intuito de analisar como a padronização vinha sendo implementada nos Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) nas empresas da construção e porque esta ferramenta não vem cumprindo efetivamente seus propósitos.

Os resultados apontaram que: (a) existe uma distorção na aplicação dos conceitos associados à padronização no setor da construção civil em relação aos preconizados pela literatura. As principais distorções na aplicação dos conceitos estiveram relacionadas ao entendimento do que consiste a padronização e o que caracteriza a existência de um padrão; e (b) embora grande parte das empresas investigadas valorizasse a dimensão tempo em seu critério competitivo, adotando a confiabilidade na entrega dos empreendimentos como forma de captar clientes, o processo de padronização, ainda que falho sob o ponto de vista conceitual, apresentou enfoque essencialmente voltado à qualidade do produto. O padrão registrado nos documentos do SGQ das empresas não contribuía para apoiar as estratégias de produção das empresas no atendimento às metas associadas a tempo (SAFFARO; SILVA, 2008).

Posteriormente, outras pesquisas do mesmo grupo foram conduzidas com o propósito de investigar o processo de padronização na construção civil. Apoiando-se nos componentes do padrão mencionados por Kondo (1991) – meta, restrições e método. Fazinga (2012) buscou entender e desdobrar os componentes conceituais do padrão em elementos genéricos, levando em consideração as peculiaridades

setor da construção. A referida autora descreveu e categorizou uma série de elementos, em concordância com os três componentes do padrão, definindo o conteúdo do padrão na construção civil.

Dando continuidade à pesquisa de Fazinga (2012), Kremer (2016) buscou entender como especificar os elementos pertencentes ao padrão, levantados por aquela autora. Como resultado, o referido autor propôs diretrizes para elaboração do projeto do trabalho e sugeriu que a necessidade de estabelecer especificações para os elementos genéricos do padrão, caracterizando o projeto do trabalho, decorre das particularidades de cada empreendimento.

Howell e Ballard (1999) propõem que o procedimento para execução de cada atividade de um empreendimento deve ser definido mediante um conjunto de especificações (projeto do trabalho¹) que é colocado em prática na execução e melhorado até que uma melhor prática (padrão) seja estabelecida. O objetivo de Kremer (2016) era o de capacitar as empresas para a elaboração e implementação do projeto do trabalho com vistas à estabilização da produção desde os primeiros ciclos de atividades repetitivas. A principal dificuldade detectada pelo mesmo autor foi a interdependência mútua na especificação dos elementos do padrão.

Lopes (2016), observando a necessidade de ordenar as diretrizes propostas por Kremer (2016), apresentou um conjunto de orientações e procedimentos estruturados, contribuindo para a definição de um modelo para elaboração do projeto do trabalho e para sua implementação contribuindo com o estabelecimento de padrões de produção.

Um ponto comum observado nas pesquisas conduzidas pelos três autores dentro do ENGES foi a identificação de obstáculos à definição de um padrão detalhado que especifique uma rotina de trabalho individual para um grupo de operários² e máquinas, como ocorre no Sistema Toyota de Produção (STP).

Os principais aspectos que levaram à identificação destes obstáculos, segundo Fazinga (2012), foram: (a) o fato de a equipe ser composta por número elevado de operários (no caso da estrutura); (b) pacotes de trabalho com número diversificado de operações e cumpridos em longos tempos de ciclo; e (c) problemas com absenteísmo e rotatividade da mão de obra na construção civil.

¹ Howell e Ballard (1999) empregam o termo *operation design*

² Destaca-se que as pesquisas realizadas pelos três pesquisadores dentro do ENGES foram conduzidas na atividade estrutura que emprega um grupo grande de operários.

Fazinga (2012) acrescenta que uma rotina rígida individual restringiria a liberdade de os operários se deslocarem, realizando diferentes operações necessárias para o cumprimento do tempo de ciclo da atividade. A alta rotatividade e o absenteísmo foram considerados aspectos que acentuam a necessidade que haver certo grau de liberdade na rotina individual dos operários.

Kremer (2016) reforçou que, devido à alternância dos trabalhadores entre as tarefas que fazem parte do grupo, torna-se inviável a elaboração de uma rotina específica para cada trabalhador, como ocorre no trabalho padronizado no STP. Ou seja, esta forma de especificação poderia levar a um ambiente em que os operários não se auxiliassem nas situações em que era preciso cumprir metas que estava em iminência de não serem cumpridas.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante das dificuldades constatadas em estabelecer padrões detalhados para ambientes de trabalho, cujo sistema de produção apresenta maior grau de complexidade, influenciado pela alta incidência de incerteza e variabilidade, faz-se necessário aprofundar estudos acerca da definição de padrões nestes contextos.

Estudos recentes buscaram entender e avaliar o papel dos procedimentos padronizados dentro das organizações complexas e de alto risco. Saurin e Gonzalez (2013) descrevem o procedimento padronizado como um conjunto de regras que determinam de que maneira uma tarefa deve ser executada. Este conjunto de regras corresponde a uma descrição das especificações de requisitos iniciais para produção, sequência, tempos e resultados esperados de um produto ou processo de produção. A descrição dos autores sobre o conteúdo prescrito em um procedimento padronizado apresenta similaridade com conteúdo do padrão apresentado por Fazinga (2012), ou seja, o procedimento padronizado será aqui entendido como o documento que apresenta o conteúdo do padrão.

Saurin e Gonzalez (2013) apontaram uma ambiguidade da literatura em relação às recomendações quanto ao nível de detalhamento do conteúdo dos procedimentos dentro de sistemas de produção complexos. Os autores constataram que, se por um lado, há autores que propõem que os procedimentos possuam

apenas especificações mínimas, prescrevendo apenas o que é necessário (CLEGG, 2000; SNOWDEN E BOONE, 2007, WEICHBRODT, 2015), por outro lado, há autores que afirmam que os procedimentos prescritos com detalhes são importantes para redução da variabilidade ao executar o trabalho e tal benefício tem repercussão na redução da complexidade (HALE E SWUSTE, 1998; HOLLNAGEL E WOODS, 2005; UNGAN, 2006). Diante deste contexto, Saurin e González (2013) constataram não ser possível afirmar se os procedimentos padronizados com mínimas especificações são, de fato, melhores ou piores do que aqueles que especificam em detalhes como deve ser realizada uma tarefa.

De acordo com Dekker (2003), introduzir rigor aos procedimentos com demasiado número de especificações para o trabalho nem sempre representa solução satisfatória. O referido autor afirma que procedimentos excessivamente detalhados tendem a se tornar inadequados diante da variabilidade e imprevistos do cotidiano, muito comuns em ambientes complexos.

Na visão de Weichbrodt (2015), mesmo em organizações menos complexas e com menor risco, procedimentos com regras muito detalhadas são uma perturbação. De acordo com o autor, a escolha pelo emprego de regras excessivamente detalhadas pode levar à falsa sensação de segurança em ambientes de alto risco, além de dificultar a inovação e mudanças necessárias diante de situações imprevistas. Weichbrodt e Grote (2010) salientam que isto ocorre devido ao fato de que excessivas exigências restringem a liberdade de ação por parte dos operadores.

Outro aspecto a ser considerado na elaboração dos procedimentos padronizados está relacionado à aproximação entre o trabalho prescrito e o contexto real em que está inserido (BLAKSTAD; HOVDEN; ROSNESS, 2010; PARMIGIANI; GRENVILLE, 2014; CARIN JR. et al., 2016). Saurin e Gonzalez (2013), Weichbrodt (2015) e Dekker (2003) apontam que um desvio entre o procedimento prescrito e a prática leva à necessidade de adaptações nas especificações estabelecidas para determinado trabalho. Tais adaptações referem-se às improvisações realizadas pelos operários de forma repentina, não esperada e não planejada e podem representar uma inovação, desde que seja realizada por pessoas experientes (CIBORRA, 1998). Caso não sejam permitidas adaptações, torna-se difícil alcançar

os objetivos do trabalho, já que em muitas situações os procedimentos não são adequados ao contexto em que estão inseridos (DEKKER, 2003).

Assim, para que tais objetivos sejam alcançados, considera-se necessário que os procedimentos abordem com fidelidade o contexto real. Esta constatação está em acordo com a recomendação de Ballard e Howell (1999) de que é necessário realizar o projeto do trabalho para as atividades de um empreendimento que se inicia, ainda que várias dessas atividades tenham ocorrido em outro empreendimento já realizado. De acordo com o mesmo autor, isto se refere a uma indústria baseada em projeto e que possui alta variabilidade.

Da mesma forma, Borys (2012) buscou entender se havia diferenças entre o trabalho real e o trabalho prescrito, por meio do uso do Método de Trabalho Seguro na construção civil. Tal método é composto por regras que especificam a forma como devem ser executadas as tarefas de modo a garantir a segurança dos operários no ambiente de trabalho. Nestes documentos, estão descritos o comportamento que o operário deve seguir para garantir sua segurança no ambiente da construção civil. Na tentativa de garantir o controle total dos eventos que ocorrem dentro dos limites do canteiro de obras, os supervisores tendem a criar métodos específicos para todas as etapas do trabalho. A percepção do referido autor foi de que tal prática resulta em uma situação em que etapas críticas, consideradas de alto risco e muito importantes, tenham sua importância reduzida a um nível similar aos eventos triviais que ocorrem dentro do processo.

Kondo (1991) alega que, a partir do momento em que estão claros os objetivos do trabalho, descrever o método do trabalho com o maior grau de liberdade possível é uma das condições para que tais objetivos sejam efetivamente alcançados. Kondo aponta que instruções muito detalhadas podem contribuir para haja negligência de responsabilidade do operador sobre o trabalho. O referido autor complementa que a descrição e obrigatoriedade de seguir métodos específicos podem ser usadas como justificativa para explicar situações nas quais os objetivos não são alcançados. Por isso, segundo o mesmo autor, o método de trabalho pode ser descrito de duas maneiras:

a) Por meio de um manual de treinamento para os iniciantes, com informações simples e claras que auxiliam o trabalhador a entender as ações

básicas do trabalho, aumentando a eficácia do treinamento enquanto ele está aprendendo;

b) A partir da descrição de procedimentos e técnicas para trabalhadores experientes.

Para o referido autor, em ambos os casos, o método determinado não deve ser confundido com instruções que devem ser seguidas sem falhas, mas como sugestões úteis para o desempenho do trabalho. Por meio deste tipo de padrão, as pessoas podem usar a própria criatividade e, com isso, descobrir outros métodos de trabalho, esforçando-se para melhorar ainda mais o próprio desempenho.

O preceito da prescrição de métodos com menor nível de rigidez, defendido por Kondo (1991) é similar a um dos princípios que regem a filosofia do sistema sócio técnico (SST), denominada mínimas especificações, estando essas atreladas às parcelas consideradas críticas para o trabalho. Niepce e Molleman (1998) afirmam que tal princípio se refere à mínima descrição possível de como executar uma tarefa, fornecendo apenas as diretrizes necessárias para garantir que a tarefa seja desempenhada de forma adequada. Segundo os mesmos autores, o grau de liberdade dado ao trabalhador neste sistema faz com que este tenha autonomia para definir o próprio ritmo e método de trabalho.

Em concordância ao princípio relacionado à mínima especificação crítica do SST destacado por Niepce e Molleman (1998), Clegg (2000) aponta que no contexto dos sistemas sócio-técnicos não se deve especificar excessivamente a maneira como um processo deve ser executado. Este autor afirma que em ambientes como estes os operadores são autorizados a resolver problemas e desenvolver seus próprios métodos de trabalho, incorporando espaço para aprendizagem e inovação. Em outras palavras, deve ser dada ao operador a autonomia para decidir como desempenhar uma tarefa desde que alcance os objetivos previamente acordados.

Contudo, Clegg (2000) alerta para a dificuldade da inserção da operação integralmente autônoma. O autor aponta que a aplicação do princípio das mínimas especificações críticas intenciona flexibilizar partes da operação padrão por meio de permissões para adaptações ou descrição de diferentes alternativas a execução, principalmente em situações expostas a alta variabilidade. Em outras palavras, Clegg (2000) propõe o equilíbrio entre rigidez e flexibilidade dos padrões, permitindo

a autonomia dos operadores em partes da operação e determinando especificações apenas ao que é crítico para o trabalho.

Liker e Meier (2008) apontam que na abordagem de padrão do STP, contexto em que a redução da variabilidade nos tempos de ciclo e a eliminação de problemas de qualidade são preponderantes, também existem parcelas do trabalho, denominadas de parcelas críticas do trabalho, que devem ser desempenhadas com alto grau de rigidez. Os autores afirmam que, no STP, tais parcelas equivalem de 15% a 20% do total da operação. Se estas parcelas não forem executadas com precisão, corre-se o risco de obter um resultado insatisfatório frente ao padrão exigido. Estas parcelas do trabalho permitem pouca variação em seus parâmetros de operação e não aceitam desvios do método adotado, não devendo ser permitido que os operários adotem um método com preferências individuais. Os referidos autores afirmam que a identificação de tais aspectos críticos do trabalho é a chave para o sucesso da definição de padrões. Na Toyota, segundo Liker e Meier (2008), tais aspectos estão relacionados, principalmente, à qualidade e à segurança.

Spear e Bowen (1999) não mencionam que percentual do trabalho realizado pelos operários deva ser realizado com alto grau de rigidez. Porém, os mesmos afirmam que as tarefas realizadas pelos operários devem ser altamente especificadas e rígidas em termos de conteúdo do trabalho, sequência de execução, tempo e resultados. O alto grau de especificação, segundo os mesmos autores, permite que sejam identificados desvios parciais que podem levar ao descumprimento do tempo de ciclo nas estações de trabalho. Spear e Bowen (1999) destacam que a identificação destes problemas leva a busca constante por treinamento e mudança das regras visando melhores níveis de desempenho, o que explica a autorização para mudanças em busca da melhoria contínua por trás das práticas adotadas pela Toyota.

Portanto, ao relacionar a literatura abordada, constata-se que há uma convergência para a ideia de que existem parcelas do trabalho, não associadas a eventos triviais, que são críticas e, por isso, necessitam ser especificadas aos operários, por representarem melhores soluções para o trabalho com repercussões positivas na produção. De acordo com Liker e Meier (2008), quando bem especificadas, estas parcelas potencializam o desempenho dos operários de forma consistente (LIKER E MEIER, 2008). Por fim, a literatura aponta que tais ações

estão voltadas para: (a) o aumento da segurança dos trabalhadores (KONDO, 1991; CAMPOS, 2004; HALE; BORYS, 2013b; WEICHBRODT, 2015; GROTE, 2014) e no uso do produto (CAMPOS, 2004); (b) atendimento da qualidade do produto (KONDO, 1991; PRODUCTIVITY PRESS, 2002; CAMPOS, 2004; IMAI, 2014); (c) tempo e produtividade (CAMPOS, 2004; IMAI, 2014); (d) redução de desperdícios, os quais estão atrelados a redução de custos (PRODUCTIVITY PRESS, 2002); e (e) redução da dificuldade das operações mais difíceis de serem executadas (LIKER; MEIER, 2008; PRODUCTIVITY PRESS, 2002).

Entende-se, então, que identificar as parcelas críticas do trabalho (PCT) pode levar a melhorias quanto ao conteúdo do padrão, uma vez que representam a forma mais fácil e eficaz de executar a operação (LIKER; MEIER, 2008), ao mesmo tempo em que levam ao alcance dos propósitos citados acima. Por isso, há uma premissa de que as ações pertencentes às PCTs, ao serem padronizadas, levam à melhoria do trabalho de forma sistemática.

Em processos rotineiros, típicos da construção civil, ações do trabalhador voltadas a atender da melhor forma o desempenho esperado, podem estar atreladas às ações decorrentes do conhecimento tácito do trabalhador (LILLRANK, 2003). O uso de tal conhecimento é recorrente nas operações e considerado como parte do conhecimento organizacional não formalizado e, por isso, não padronizado e não conhecido por todos na organização (NONAKA E TAKEUCHI, 1997). Isso se justifica a partir da consideração de Campos (2004), Grotto (2001) e Weichbrodt (2015) que enfatizam a dificuldade de especificar ações baseadas no conhecimento tácito, devido à dificuldade de externalizar tal conhecimento.

Portanto, a partir da compreensão de que as PCTs são ações não conhecidas por todos os trabalhadores, baseadas no conhecimento tácito de alguns deles e que levam a melhores práticas de trabalho com repercussões positivas no processo de produção, considera-se importante que tais ações sejam identificadas. Para isso, cabe investigar com maior profundidade quais são estas características e particularidades no contexto da construção civil, para que as mesmas sejam identificadas criteriosamente.

1.3 QUESTÕES DE PESQUISA

Com base no problema de pesquisa descrito acima, é proposta a seguinte questão de pesquisa: Como identificar as PCTs para a padronização na construção civil?

Como desdobramento da questão acima, pretende-se responder as seguintes questões:

1. O que é crítico no trabalho?
2. Quais as características comuns destas parcelas do trabalho na construção civil?

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é propor um método para identificar as PCTs para a padronização na construção civil.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Definir o que é a PCT para o contexto da construção civil; e
- Descrever as características das PCTs para o setor.

2 GESTÃO DA PRODUÇÃO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo, discute-se conceitos e princípios básicos relacionados à gestão da produção. Dentre os conceitos descritos, destaca-se a visão do sistema de produção a partir do Mecanismo Função Produção (MFP). Posteriormente, são apresentados os principais conceitos a respeito da variabilidade e as alternativas que a literatura apresenta como forma de reduzi-la.

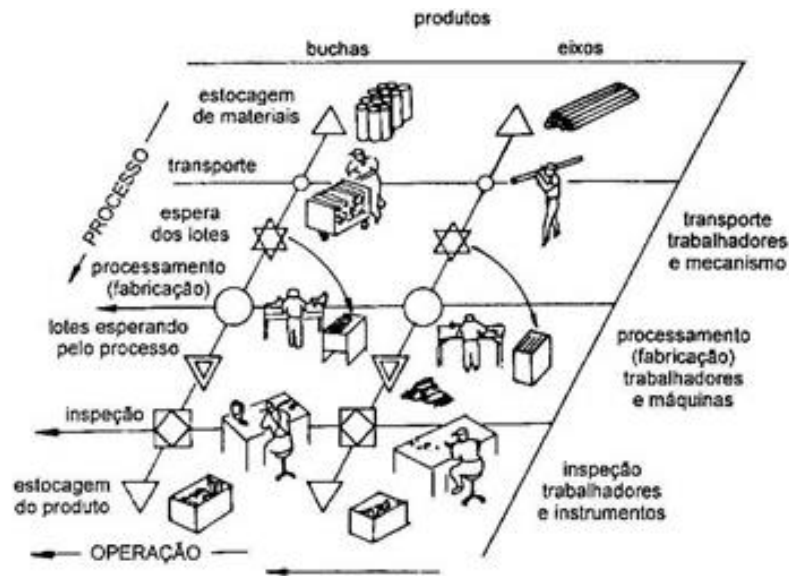
O projeto da operação é, também, destacado como uma alternativa para reduzir a variabilidade. Visto que há divergência nos termos empregados e da necessidade da compreensão do projeto em seus diferentes níveis de produção, ao final deste capítulo, os mesmos são apresentados e discutidos.

2.2 MECANISMO FUNÇÃO-PRODUÇÃO

De acordo com Moreira (2000), um sistema de produção consiste em um conjunto de atividades inter-relacionadas, cujo objetivo é a produção de bens ou serviços. Askin e Goldberg (2002) reforçam esta ideia ao afirmar que um sistema de produção tem como principal função converter matéria prima em produto final, por meio de atividades que envolvem mão de obra, informações e equipamentos, em um prazo estipulado e com o custo adequado. Levando em consideração as inter-relações existentes entre os elementos que compõem o sistema de produção, Shingo (1981) estabeleceu o Mecanismo da Função-Produção (MFP).

O MFP representa uma contribuição para a representação adequada do sistema de produção em detrimento à visão tradicional da produção, baseada apenas no conceito de transformação. Esta nova perspectiva de entendimento do sistema de produção consiste na visualização dos sistemas produtivos a partir de uma rede de processos e operações, indicando que um processo não resulta da soma das operações (ANTUNES, 1994). A estrutura deste mecanismo, representada por uma rede de processos e operações combinadas em fluxos ortogonais, está ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – A estrutura em rede da produção



Fonte: Shingo (1981)

Shingo (1996) define operação como ações mediadas por trabalhadores e máquinas, responsáveis por promover a mudança de estado do produto. Em outras palavras, são ações correspondentes à transformação da matéria prima, transporte ou inspeção do produto ao longo de sua fabricação. Desta forma, quaisquer pontos de interrupção do fluxo de produção, não estão vinculados a este eixo, já que não correspondem mudanças no estado do produto.

Segundo Shingo (1996), o processo é definido como o fluxo de materiais no tempo e no espaço. Koskela (2000) salienta que nesta representação o tempo passa a ser um importante recurso dentro da produção. O fato de o tempo transcorrer de maneira contínua, envolvendo não apenas as etapas em que há atuação da mão de obra, mas também aquelas em que o produto está em estado de espera, faz deste recurso um parâmetro fundamental de análise do fluxo do produto (KOSKELA E KAGIOGLOU, 2005). De acordo com Shingo (1996), ao longo do fluxo de evolução da matéria prima ocorrem quatro fenômenos:

- a) Transformação³ – atuação da mão de obra ou de máquina para promover a mudança física no material, até que se obtenha o produto acabado;

³ Shingo (1981) utiliza o termo "processamento". Nesta pesquisa será utilizado o termo "transformação".

- b) Inspeção – atuação da mão de obra ou de máquina para efetuar a comparação das matérias primas ou dos produtos semiprocessados com um padrão estabelecido;
- c) Transporte – atuação da mão de obra para promover a movimentação ou posicionamento de materiais ou produtos;
- d) Espera (estocagem) – é o período no qual não ocorre qualquer atuação (transformação, inspeção ou transporte) da mão de obra ou máquina. A espera pode ser tanto do processo, em que lotes inteiros esperam o precedente ser processado, quanto do lote, em que as peças esperam que outras sejam processadas dentro do mesmo lote.

Ghinato (1996) enfatiza que a produção se desenvolve a partir do processo, isto é, do foco no objeto sendo produzido (materiais ou produtos). Tal visão é antagônica ao modelo tradicional que, segundo Koskela (2000), tem o enfoque restrito à atuação da mão de obra ou máquinas, especialmente às atividades de transformação. Koskela (2000) acrescenta que a análise do sistema de produção apenas sob o ponto de vista da transformação, sem considerar as demais operações e a interdependência e incertezas existentes entre postos de trabalho, não é adequada. Do ponto de vista do referido autor, são nestes intervalos que está concentrada grande parte das fontes de incerteza que devem ser controladas e reduzidas. Por isso, ao desconsiderá-las, impede-se que o sistema de produção seja devidamente gerenciado.

Koskela (2000) aponta que, além da transformação, a produção deve ser entendida a partir de outras duas perspectivas. A primeira delas refere-se à visão de fluxo, uma vez que passa a considerar o caminho que o produto percorre ao longo do processo de produção, passando a levar em conta o tempo em que este permanece em cada etapa. Desta forma, também as etapas em que o produto é transportado, permanece em espera ou é inspecionado, passam a ser consideradas como parte do processo de produção, visto que consomem tempo para a fabricação. No entanto, apesar de serem parte do processo, estas etapas não agregam qualquer valor à produção (KOSKELA, 2000), já que consomem parte do *lead time* sem que haja qualquer mudança no produto que seja valorizada pelo cliente (HOPP E SPEARMAN, 2013). Por isso, devem ser continuamente eliminadas ou, ao menos, reduzidas (KOSKELA, 2000; HOPP E SPEARMAN, 2013).

A outra visão, pela qual a produção deve ser analisada, refere-se à geração de valor a partir da perspectiva do cliente. Segundo Koskela (2000), a geração de valor acontece a partir do momento em que as necessidades e expectativas do cliente são transformadas em requisitos de produção e são efetivamente incorporadas ao produto. Desta forma, segundo o autor, diferente da visão de transformação e fluxo, esta perspectiva tem o seu foco voltado ao propósito da produção.

A partir da compreensão destas três perspectivas da produção e do reconhecimento da contribuição de cada uma delas para a orientação das práticas de gestão da produção, Koskela (2000) propôs uma teoria denominada TFV (Transformação-Fluxo-Valor). O autor afirma que os três conceitos são complementares entre si e se associados representam uma visão total do processo de produção.

A ótica do MFP e os conceitos da teoria TFV auxiliam na compreensão da produção sob um ponto de vista diferente, em que etapas que antes eram desprezadas, passaram a ser objeto de atuação na gestão. Em especial, as interfaces entre os subprocessos tem sido foco de atenção, uma vez que ali se concentram os principais pontos de presença da variabilidade, com repercussões importantes nos parâmetros de desempenho dos sistemas de produção (KOSKELA, 2000; HOPP E SPEARMAN, 2013).

2.3 VARIABILIDADE

Nesta sessão, serão discutidos o conceito e as fontes da variabilidade na produção para, posteriormente, compreender os efeitos e as ferramentas existentes para combatê-la, com o intuito de promover melhorias no processo de produção.

2.3.1 Conceito e Fontes da Variabilidade

Hopp e Spearman (2013) diferenciam a natureza da variabilidade entre aquela decorrente do comportamento randômico e a controlável. A primeira é consequência de eventos sobre os quais não se tem qualquer controle imediato,

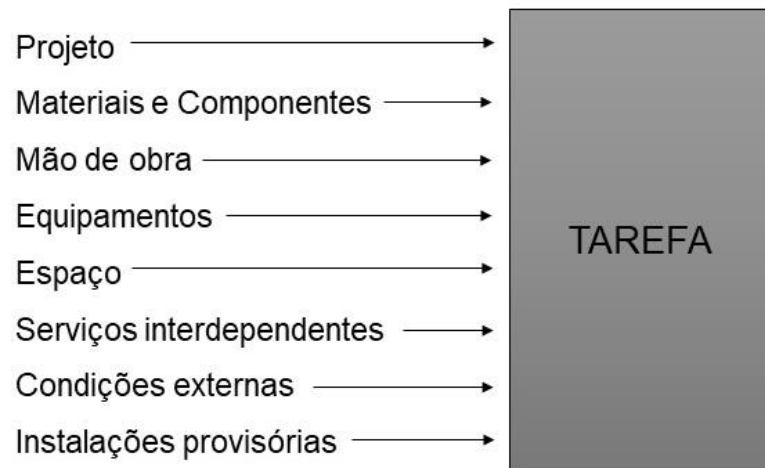
enquanto que a segunda é decorrente de decisões tomadas. Montgomery (2004) denomina a variabilidade decorrente de eventos controláveis de variabilidade por causas atribuíveis e coloca como exemplos, ajustes de máquinas, erros de operadores e qualidade de matéria prima.

Hopp e Spearman (2013) apontam, ainda, a existência de duas classes de variabilidade: a de processamento e a de fluxo. A variabilidade de processamento se manifesta dentro das estações de trabalho e é causada por variações naturais, uma vez que envolve atividades desempenhadas por operadores e equipamentos. As fontes de variabilidade ligadas à esta classe são: (a) falhas em máquinas; (b) paradas programadas; (c) variação na disponibilidade de operadores; (d) falhas de movimentação e transporte (VISWANADHAM E RAGHAVAN, 1997; HOPP SPEARMAN, 2013); e (d) falhas ligadas à necessidade de retrabalho (SHAABAN, MCNAMARA, HUDSON, 2013; HOPP E SPEARMAN, 2013).

De acordo com Hopp e Spearman (2013), a segunda classe refere-se à variabilidade de fluxo que ocorre quando a variabilidade em uma estação de trabalho (variabilidade de processamento) afeta o comportamento da estação de trabalho posterior ou anterior, ou seja, é a variabilidade que ocorre entre as estações de trabalho. Aquilo que Hopp e Spearman (2013) chamam de variabilidade de fluxo, está associado ao que Smaley (2005) denomina estabilidade básica.

A estabilidade básica para Smaley refere-se à regularidade na disponibilidade dos 4Ms (Mão de obra, Materiais, Máquinas e Métodos) na manufatura. Já na construção civil, Koskela (2004) apontou 7 categorias de *inputs* (projeto, materiais e componentes, mão-de-obra, equipamentos, espaço, tarefa antecessora e condições externas) como pré-requisitos básicos para uma tarefa na construção civil, e Formoso et al. (2017) acrescentaram a oitava. Esta categoria refere-se às instalações provisórias, criadas ou adaptadas para abastecimento de água e eletricidade, bem como proteção durante as atividades. De acordo com os mesmos autores, todos estes *inputs* compõem os requisitos, cuja disponibilidade deve propiciar estabilidade básica na construção civil (Figura 2). A estabilidade básica será abordada no próximo tópico dada a sua importância para redução da variabilidade, em especial, no contexto da construção civil.

Figura 2 – Inputs básicos para as atividades da construção civil



Fonte: Adaptado de Koskela (2004) e Formoso et al. (2017)

Kara e Kayis (2004) citam a demanda aleatória e imprevisível de clientes como outra fonte da variabilidade de fluxo. Liker (2004) descreve que em sistemas puramente regidos pela demanda (*build-to-order*), as variações no fluxo de pedido dos clientes impõem acionamento e paradas constantes na produção, ou seja, causa variabilidade no fluxo de produção.

Chapman, Bernon e Haggett (2011) destacam que diagnosticar as fontes da variabilidade é um importante fator para projetar uma linha de produção consistente e confiável. Os mesmos autores mencionam que medidas para reduzir a variabilidade repercutem na competitividade da empresa em razão dos benefícios associados à confiabilidade e ao menor *lead time*. A partir disso, entende-se que encontrar meios para reduzir este fenômeno é considerado um dos princípios básicos da gestão da produção (KOSKELA, 2000) e um desafio, tanto na indústria de manufatura quanto na construção civil (GONZALÉZ; ALARCON; MOLENAAR, 2009).

2.3.2 Efeitos da Variabilidade e Sua Redução

Além dos efeitos mútuos entre a variabilidade no abastecimento das estações de trabalho (variabilidade de fluxo) e a variabilidade manifestada dentro das estações de trabalho (variabilidade de processamento) citados no tópico anterior, a literatura apresenta os impactos em parâmetros de desempenho do sistema de produção.

Hopp e Spearman (2013) demonstram que a presença da variabilidade traz como penalidades ao sistema de produção, longos tempos de atravessamento (*lead time*), altos níveis de trabalho em progresso, desperdício da capacidade de produção e baixo volume de produção.

Para Imai (2014) e Treville e Antonakis (2005), a redução da variabilidade inicia com a padronização da produção. De outro lado, Liker (2004), Liker e Meier (2007), Bulhões (2009) citam a estabilidade básica como um pré-requisito para a definição do trabalho padronizado que constitui a base para implementação da mentalidade enxuta.

Liker (2004) afirma que em sistemas de produção em que existam variações nos níveis de produção, não faz sentido aplicar fundamentos da mentalidade enxuta, tais como, *just in time*, porque não é possível estabelecer o trabalho padronizado nestas circunstâncias. Para Liker e Meier (2007), uma vez atingida a estabilidade básica, o próximo passo é a definição de padrões de trabalho. A adesão a esses padrões deve levar a ciclos de redução da variabilidade, caracterizando a melhoria contínua do sistema de produção.

Benetti (2010) complementa que o termo estabilidade básica não é definido com precisão na literatura, porém, por se tratar de um pré-requisito para o Sistema Toyota de Produção (STP), a estabilidade é dita básica.

A estabilidade básica busca assegurar a disponibilidade constante de um conjunto de recursos denominado 4M's (SMALEY, 2005). Dentre os recursos que compõem este conjunto estão: mão de obra, materiais, máquinas e métodos. No contexto da construção civil, Koskela (2004) e Formoso et al. (2017) relacionam 8 recursos necessários para iniciar a produção, destacados anteriormente na Figura 2, assegurando um fluxo constante na alimentação das estações de trabalho. Os referidos autores destacam que dar início à execução de tarefas sem que estes recursos estejam disponíveis constitui-se na perda por *making-do*. Este fenômeno pode ser considerado um tipo de perda, pois há uma redução direta no desempenho, além de ser a causa de outras perdas comuns neste setor, tais como, trabalho em progresso, retrabalho, falta de terminalidade e acidentes (FIREMAN; FORMOSO; ISATTO 2013; SCARAMUSSA, 2017; FORMOSO et al., 2017).

O planejamento de médio prazo é citado por Ballard e Howell (1999) como um procedimento primordial para a busca da estabilidade básica. No entanto, Sommer (2010) constatou que, diante do grau de incerteza do setor da construção,

ao elaborar o planejamento, os gestores não conseguem prever todas as situações em que não haverá condições adequadas de trabalho. A referida autora faz algumas recomendações complementares para disponibilizar condições adequadas de trabalho. São elas: (a) planejamento da produção e da segurança, conforme propõem Cambraia, Saurin e Formoso (2008) *apud* Sommer (2010); e (b) uso de prototipagem, testar a execução da tarefa em caráter experimental com o propósito de permitir identificar situações de indisponibilidade de condições adequadas não previstas ao realizar o planejamento de médio prazo.

Diversos autores mencionam os impactos decorrentes do início ou continuidade da produção sem que estes recursos estejam disponibilizados. Além das penalidades já citadas por Hopp e Spearman (2013) associados à variabilidade (grande quantidade de trabalho em progresso, longo tempo de atravessamento, baixo volume de produção), Ronen (1992) cita também, mudança de planos previamente definidos, baixa qualidade e retrabalho. Koskela (2004) acrescenta a redução da segurança como outro impacto.

A variabilidade no fluxo de produção ocasionada por flutuações na demanda, descrita no tópico anterior, também provocam efeitos negativos na produção, tais como: estoques elevados, omissão de falhas, má utilização dos recursos, baixa qualidade e longo *lead time* (HOPP; SPEARMAN, 2013). A alternativa adotada pelo STP para reduzir os distúrbios causados por variações na demanda foi o nivelamento da produção (*heijinka*) com base em uma previsão de pedidos, de forma que o sistema de produção não seja puramente regido pela demanda.

Para Koskela (2000), a redução da variabilidade é um dos principais princípios de gestão da produção, mesmo em ambientes de menor incerteza como o da indústria automotiva, tendo em vista a sua repercussão sinérgica em outros princípios voltados à redução de perdas. Reforçando a importância da redução da variabilidade no STP, Treville e Antonakis (2006) relacionam as diversas práticas voltadas à redução da variabilidade, tais como, a padronização e a documentação de processos, o uso de dispositivos *poka-yoke* que reduzem a probabilidade de erro do operador, o gerenciamento e seleção de fornecedores, a redução do tempo de ciclo de produção, o treinamento de operários para atuar em diferentes postos de trabalho e o ambiente limpo e ordenado. Imai (2014) também defende que a definição de padrões proporciona um meio para a prevenção de desvios em relação às especificações e às expectativas de resultados.

2.3.3 Projeto do Processo e da Operação

Ballard et al. (2001) descrevem o projeto do sistema de produção (PSP) como a primeira atividade a ser desenvolvida na gestão de um empreendimento, abrangendo desde decisões globais relativas ao empreendimento até especificações do trabalho ao nível operacional. O objetivo PSP é discutir e traduzir a estratégia de produção pretendida em um conjunto de decisões, formando a estrutura que gerenciará as diferentes atividades (SLACK et al, 1997), ou seja, o projeto do sistema de produção deve criar condições para o controle e a melhoria do sistema de produção (BALLARD et al., 2001). Esta definição é adotada por Schramm et al. (2008), com base na ideia de que o PSP visa ao alcance de três objetivos principais, de acordo com Koskela (2000): (a) entregar o projeto, (b) maximizar o valor e (c) minimizar o desperdício.

De acordo com Schramm et al. (2008), a elaboração do PSP torna possível a conexão de uma série de decisões que devem ser tomadas com o intuito de conduzir a melhoria do sistema de produção como um todo, ao invés de atividades individuais, como é frequentemente enfatizado na visão tradicional da gestão da produção. Além disso, segundo os mesmos autores, a discussão e formalização das decisões forneceram um foco para lidar com a incerteza antes do início da fase de construção. Isso pode potencialmente ter um impacto positivo na redução dos custos de produção e do tempo de entrega. Os mesmos autores reiteram que o PSP representa a forma mais básica de minimizar o efeito da variabilidade.

Slack et al. (1997) destaca que o PSP vislumbra diferentes níveis da produção. Segundo os mesmos autores, em um nível estratégico, o PSP concentra-se na cadeia mais ampla de processos que envolvem não apenas a produção no local, mas também fornecedores e consumidores. Biotto et al. (2017) apontam que no PSP são tomadas decisões relativas à viabilidade, orçamento e prazo de entrega do projeto, que são consequências da organização do sistema de produção. O PSP deve ter seu início antes da fase de construção, para que a equipe do projeto esteja ciente de alternativas para organização da produção e suas consequências para orçamento, tempo e fluxo de trabalho (SCHRAMM et al., 2008). Um dos resultados do PSP é o plano principal que será usado quando o sistema iniciar sua operação (SCHRAMM et al., 2008).

Em termos operacionais, Slack et al (1997) salientam que o PSP abrange a configuração do *layout* e os fluxos de materiais e informações no posto de trabalho, a fim de criar condições favoráveis para um sistema de produção de alto desempenho. Neste nível, Biotto et al. (2017) apresentam a estruturação do trabalho⁴ como a parte PSP que auxilia nas tomadas de decisão relacionadas às informações citadas e ocorre na medida em que começam a existir subsídios que permitam projetar a operação. Os mesmos autores ainda apontam que após o início da produção, outras informações são disponibilizadas com maior precisão para a tomada de decisões e também tem repercussões na estruturação do trabalho. De acordo com os mesmos autores, isto implica que o nível de detalhe da estruturação do trabalho varia de acordo com a disponibilidade de informações no momento da elaboração deste plano.

A estruturação do trabalho foi proposta por Ballard et al. (2001) e Tsao et al. (2005), sendo similar à definição de PSP. Ambos os autores, entendem que a estruturação do trabalho ocorre desde o início do empreendimento, quando são tomadas decisões estratégicas ao nível do empreendimento até o nível operacional. Tsao (2005) afirmam que a elaboração da estruturação do trabalho envolve a aplicação de três elementos sendo eles:

(a) Unidade de produção: grupo de trabalhadores de produção direta que fazem ou compartilham a responsabilidade por trabalhos similares, com base nas mesmas habilidades e técnicas;

(b) *Work Chunk*: parte do trabalho que pode ser transferida de uma unidade de produção para a próxima. Em outras palavras, representa o trabalho que será realizado dentro da unidade de produção.

(c) *Handoff*: transferência de uma parte do trabalho (*work chunk*) realizada por uma unidade de produção para a outra. Envolve o aceite por parte da unidade subsequente da parte do trabalho realizada pela unidade de produção anterior.

Elaborada sob a luz destes três elementos, a estruturação do trabalho tem como objetivo dividir o produto e processo em partes, detalhando sequências e especificações, com o intuito de alcançar um fluxo de trabalho com menor variabilidade, identificando o processo que melhor atenda às necessidades do

⁴ Em inglês utiliza-se o termo *Work Structuring* (WS)

cliente (BALLARD, 1999). Por estarem atrelados a estes elementos, Ballard (1999) e Tsao et al. (2004) entendem que o PSP ocorre a todo momento ao longo do empreendimento, porque busca atrelar as discussões acerca de como conduzir o trabalho ao nível operacional, ao desenvolvimento do projeto do produto e à escolha dos fabricantes de componentes empregados no produto.

Por fim, Rocha e Kemmer (2018) acrescentam ainda que a ideia de pacote de trabalho (PT) também está associada à estruturação do trabalho. Tsao (2005) considera um PT como sendo a descrição de uma ação (operação), em quais elementos físicos (ou partes de construção) será executada e em local específico. Segundo os mesmos autores, os pacotes de trabalho (PTs) são definidos a partir das respostas aos questionamentos realizados para a elaboração da estruturação do trabalho. Rocha e Kemmer (2018) consideram que a definição dos PTs envolve três elementos: (a) os recursos necessários para concluir as tarefas, (b) as próprias unidades de produção e (c) as tarefas que serão executadas (ROCHA E KEMMER, 2018).

Portanto, entende-se que esta pesquisa está inserida nas decisões tomadas na elaboração do PSP, uma vez que estão atreladas às decisões relacionadas as tarefas que serão executadas dentro dos PTs, em uma unidade de produção.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo abordou a necessidade da atuação para a redução da variabilidade, culminando na elaboração de projetos relativos à produção como uma alternativa para este fim. O PSP, um dos projetos elaborados para a gestão da produção, tem o seu início antes da fase de execução. Apesar disto, o PSP ocorre a todo momento ao longo do empreendimento, porque busca atrelar as discussões acerca de como conduzir o trabalho ao nível operacional, ao desenvolvimento do projeto do produto e a escolha e decisões de fabricantes a respeito dos componentes empregados no produto.

A partir da tomada de decisões, são definidas especificações, que variam em maior ou menor detalhe de acordo com a proximidade do evento projetado, definindo-se assim a estruturação do trabalho por meio da especificação das unidades de trabalho, *work chunks* e *handoffs*. Se este projeto é implementado e

aderido como uma regra (padrão), leva a produção a desempenhos sistemáticos, repercutindo na redução da variabilidade.

Esta pesquisa está inserida nas decisões tomadas a partir da estruturação do trabalho, uma vez que busca identificar ações do operário que são críticas e, por isso, necessitam ser padronizadas dentro das unidades de produção. No próximo capítulo será apresentada uma revisão de literatura a respeito da padronização do trabalho e as suas contribuições dentro dos variados sistemas de produção.

3 PADRONIZAÇÃO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo, é discutida a evolução conceitual de padrões retratados pela literatura. A compreensão dos conceitos abordados neste capítulo tem importância para o entendimento da relevância do tema desta pesquisa dentro da gestão da produção na construção civil.

O conteúdo do capítulo abrange também o conceito de padrão, variações no tipo padrão, tendo em vista suas aplicações e, por fim, é apresentada uma discussão acerca da flexibilização de regras dentro de padrões. Este último assunto dentro do tema padronização vem sendo abordado na literatura, especialmente em contextos de alta incerteza como é o caso da construção civil.

3.2 PADRÃO E PADRONIZAÇÃO

O Productivity Press (2002) define padronização como a prática de estabelecer, comunicar, aderir e melhorar padrões. De forma análoga, Campos (2004) salienta que a padronização envolve tanto o ato de estabelecer diretrizes para um serviço consensualmente, por meio da redação clara e registro de forma documental, para que seja utilizado no dia-a-dia, quanto à comunicação por meios eficientes, tais como, em treinamentos, com vista ao bom desempenho e adesão das tarefas. Em outras palavras, Campos (2004) sugere que, para estabelecer padrões, deve-se reunir pessoas, discutir os procedimentos e encontrar a melhor forma de executar as tarefas, para, a partir disto, treinar os funcionários e buscar com que a execução ocorra conforme o estabelecido. Por fim, segundo o Productivity Press (2002), manter o ciclo de melhoria contínua também faz parte do processo de padronização, visto que promove a criação de novos e melhores padrões de trabalho.

Grote (2015) define padrões como um conjunto de regras que estabelecem modelos ou normas que orientam um comportamento, enquanto o Productivity Press (2002) define padrão como sendo um conjunto de regras que fornecem clara expectativa a respeito do desempenho. Segundo Productivity Press (2002), na

manufatura, os padrões são aplicados a dois aspectos da produção: (a) nas especificações de qualidade do produto, para eliminar defeitos no produto; e (b) análise e melhoria do processo de produção, para eliminar as perdas na produção. Tais aplicações representam benefícios à organização, não apenas relacionado à melhoria da qualidade e redução de desperdícios, mas também na redução da variabilidade e de custos associados aos desperdícios (PRODUCTIVITY PRESS, 2002).

Da mesma forma, a padronização e a definição de padrões de trabalho também beneficiam o operador. Dentre os benefícios, destacados pelo Productivity Press (2002), estão: (a) facilidade para aprender novas operações; e (b) facilidade para perceber problemas e contribuir com ideias para melhorias.

O Productivity Press (2002) destaca que o padrão deve ser elaborado com base em fatos e análises. Além disso devem ser documentados e comunicados para que as pessoas conheçam e possam segui-los e respeitá-los. De acordo com Campos (2004), estabelecer padrões é fundamental para o bom desempenho das organizações. Kondo (1991) divide o conteúdo do padrão em 3 componentes, interpretados por Fazinga e Saffaro (2012) da seguinte forma:

- (a) Meta e objetivos a serem atingidos, como por exemplo, especificações de qualidade a serem atendidas;
- (b) Restrições a serem obedecidas ao executar a tarefa, impondo limitações de desempenho de um sistema; e
- (c) Métodos a serem aplicados para a execução do trabalho.

Campos (2014) ressalta que no contexto das organizações existem diversos tipos de padrões, ligados a diferentes níveis hierárquicos da empresa. O autor denomina padrões de operação, aqueles ligados diretamente a operação, ou seja, ligados às ações da mão de obra ou de equipamentos na linha de produção.

3.3 PADRÕES DE OPERAÇÃO

Campos (2004) afirma que os padrões de operação são subdivididos em dois tipos de documentação: padrões técnicos de processo (PTP) e procedimentos operacionais padronizados (POP). Ambos se reportam à padronização em nível

operacional, visto que o seu conteúdo de refere às atividades do chão de fábrica, diretamente ligadas à especificação do trabalho na linha de produção. Nesta sessão, são identificadas as principais características destes padrões, descrevendo o conteúdo de cada um, bem como a sua importância para processo de produção.

3.3.1 Padrões Técnicos de Processo

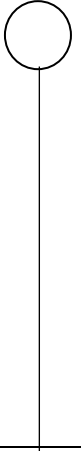
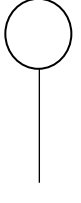
De acordo com Campos (2004), o PTP é o documento básico para o planejamento e controle de processo. Este padrão mostra todo o processo de fabricação de um produto ou execução de um serviço, do início ao fim, com vistas à garantia do controle do processo. Campos (2004) explica que este documento é elaborado a partir das especificações do projeto do produto e dos requisitos do cliente e, por isso, seu conteúdo pode variar de acordo com o tipo de produto. Campos (2004) *apud* Oshimura (1985) afirma que tais documentos podem conter as seguintes informações:

- (a) Descrição de pontos de controle na linha de produção, ressaltando quais itens devem ser observados;
- (b) Descrição da forma como deverá ser efetuado o controle (operador responsável, periodicidade, instrumentos utilizados);
- (c) Descrição do produto ou do serviço, quantidades necessárias de matéria-prima e número de trabalhadores necessários em cada estágio;
- (d) Descrição detalhada do processo, com indicações inclusive das transformações que ocorrem em cada procedimento;
- (e) Descrição dos estágios entre postos de trabalho.

Campos (2004) enfatiza que o PTP é um documento essencialmente técnico, nos quais estão inseridos o conhecimento científico e tecnológico da empresa. No entanto, isto só representa um benefício para empresa a partir do momento em que as informações ali contidas são efetivamente transferidas ao operador.

No Figura 4, Campos (2004) ilustra um exemplo prático de um PTP na produção de metais.

Figura 3 – Exemplo prático do Padrão Técnico de Processo

Processo		Qualidade assegurada		Nível de controle		Método de controle				Ação corretiva	
Fluxograma	Nome do processo	Características da qualidade	Valor assegurado	Parâmetro de controle	Valor padrão	Pessoa responsável	Medição (Hora/Freq.)	Instrumento de medida	Registro	Que fazer	Quem procurar
	Metalurgia da panela	Homogeneidade	Variações inferiores a 3%	Tempo de sopro de argônio	Entre 2,5 e 3 min	Operador de sopro	Todas as corridas	Timer	Mapa da corrida	Padrão de correção BS-7318	Líder
				Pressão de sopro	Entre 2 e 2,5 atm	Operador de sopro	Todas as corridas	Medidor de pressão AS-432	Mapa da corrida	Padrão de correção BS-7318	Líder
				Vazão	Entre 1 e 1,5 Nm/t	Operador de sopro	Todas as corridas	Medidor de vazão AS-538	Mapa da corrida	Padrão de correção BS-7318	Líder
		Teor de carbono	Entre 0,45 - 0,56%	Acerto do carbono na panela	Padrão de injeção BS-5201	Operador de Plataforma	Todas as corridas	Raios-X	Mapa da corrida		Chefe de turno
	Lingotamento	Qualidade superficial	100% Ausência de bolhas, trincas, falhas	Temperatura lingotamento	Entre 1570 e 1600	Operador de torre	Todas as corridas	Termopar AX-32	Mapa da corrida	Padrão de correção BS-6881	Chefe de turno
				Velocidade lingotamento	Entre 2 e 3 m/min	Operador de painel	Todas as corridas	Medidor velocidade	Registro contínuo AM-031	PO-583	Chefe de turno

Fonte: Campos (2004)

Em qualquer hipótese, Campos (2004) afirma que o principal objetivo de todo o sistema de padrões da empresa é levar ao operador, da forma mais simples e rápida possível, todas as informações técnicas e gerenciais necessárias às operações da empresa. Como exemplo prático desta visão, Weichbrodt e Grote (2010) apontam que padrões de qualidade com alto grau de generalização, como os da ISO 9001 precisam ser traduzidos por meio de regras e documentos organizacionais de fácil compreensão, para que sejam aderidos e, assim, apresentem algum efeito positivo. Para isso, a elaboração de um POP constitui-se em uma maneira de transmitir tais informações ao chão de fábrica de forma eficaz.

3.3.2 Procedimento Operacional Padronizado

Saurin e Gonzalez (2013) afirmam que um POP é um roteiro para a execução de uma tarefa, tipicamente com especificações de requisitos iniciais, sequência, tempos e resultados. Gonzalez (2012) considera um POP como sendo um documento disseminado a todos os usuários, esperando-se o uso invariável por parte dos mesmos. Além disso, o mesmo autor ainda afirma que tal procedimento tem como objetivo reproduzir uma rotina previamente planejada para a execução de determinada tarefa de forma eficiente, eficaz e segura.

Juran (1991) interpreta um POP como um documento formal que engloba um tipo de lei ou ordem para atividades repetitivas. O mesmo autor entende que tal documento deve fornecer um plano de ação estável e previsível, utilizado como meio de controle das operações. No entanto, Juran (1991) alerta que isto pode representar um obstáculo para a melhoria e aperfeiçoamento dos padrões definidos, tornando os procedimentos falhos e ineficientes, à medida que são interpretados como imutáveis.

Campos (2004) afirma que o POP é preparado para as pessoas diretamente ligadas à operação e, portanto, é considerado o ponto final do fluxo das informações técnicas gerenciais. Contudo, o autor salienta que o formato como o procedimento é apresentado não é fator primordial em relação à sua eficácia, uma vez que contenha todas as informações necessárias ao bom desempenho da tarefa, da forma mais simples possível. Tais informações são especificações consideradas críticas, que constituem basicamente as etapas que não podem deixar de ser executadas.


Campos (2004) menciona que o conteúdo do POP deve abranger os seguintes pontos:

- (a) Listagem dos equipamentos, peças e materiais utilizados na tarefa, incluindo-se instrumentos de medida;
- (b) Padrões de qualidade;
- (c) Descrição da tarefa por atividades, consideradas críticas, levando em conta as condições de fabricação e de operação e pontos proibidos em cada tarefa;
- (d) Descrição de ações a serem realizadas diante de anomalias imprevistas, porém passíveis de ocorrência;

(e) Inspeção diária dos equipamentos de produção.

De acordo com o referido autor, não há uma forma específica para se elaborar uma folha de procedimento padrão. A Figura 5 ilustra um exemplo de como podem ser formatados estes documentos.

Figura 4 – Exemplo de procedimento operacional

	RESTAURARANTE PADRÃO LTDA.	Procedimento Operacional		Padrão nº: RP-C-03
				Estabelecido em: 18.12.1989
Nome da tarefa: <i>Preparo do café</i>			<i>Revisado em: 06.05.1990</i>	
Responsável: Ajudante de cozinha			Número da revisão: Terceira	
Material necessário				
Chaleira	1	Porta filtro		1
Café em pó	-	Conector		1
Colher de sobremesa	1	Xícara padrão		1
Garrafa térmica	1	Luva térmica		1
Filtro de Papel	-			
Atividades críticas				
01- Verificar quantas pessoas tomarão café.				
02 - Colocar água para ferver na chaleira (1 xícara padrão por pessoa).				
03 - Colocar pó de café no filtro (1 colher de sobremesa por pessoa).				
04 - Lavar garrafa térmica.				
05 - Assentar filtro sobre a garrafa por meio do conector.				
06 - Quando a água ferver, colocar um pouco desta sobre o pó de tal maneira a molhar todo o pó.				
07 - Após trinta segundos colocar o resto da água no filtro.				
08 - Assim que todo o café estiver coado retirar o filtro e fechar a garrafa térmica.				
Manuseio do Material				
01 - Após cada coação lavar todo o material, secar e guardar.				
02 - O pó de café deve ser mantido sempre na lata fechada.				
Resultados Esperados				
01 - Café sempre novo (no máximo até 1 hora após coado)				
02 - Café na medida (nem tão fraco e nem tão forte)				
Ações corretivas				
Caso haja reclamações de que o café está fraco ou forte, verificar se foi utilizada a quantidade certa de água, a quantidade certa de pó ou se houve mudança na qualidade do pó. Em dúvida consulte a chefia.				
Aprovação: _____				
	Executor	Executor	Executor	Executor
				Chefia

Fonte: Campos (2004)

Dekker (2003) entende que o procedimento operacional, enquanto especificação de um conjunto de regras a serem padronizadas, representa uma importante ferramenta na formulação de práticas eficientes e seguras. Weichbrodt (2015) adota o termo regra para se referir a qualquer especificação dentro de um procedimento formal de uma organização. No entanto, existem diferentes

percepções a respeito do papel delas como especificações do trabalho e estão apresentados na próxima sessão.

3.4 A ESPECIFICAÇÃO DO TRABALHO POR MEIO DE REGRAS

Hale e Swuste (1998) dividem as regras em três diferentes categorias, que mesmo sendo utilizadas para o mesmo fim, cada uma representa uma forma de especificar o trabalho. Mais tarde, a mesma categorização foi retomada por Blakstad (2006), Blakstad et al. (2010), Grote, Weichbrodt e Gunter (2009) e Hale e Borys (2013a). As três categorias definidas são:

1. Regras de objetivos de desempenho: definem apenas os objetivos a serem alcançados, sem qualquer método prescrito para isto.
2. Regras de processo: definem as diretrizes gerais para tomada de decisões diante das operações, por meio da determinação das pessoas que devem estar envolvidas na decisão, assim como parâmetros para julgar a adequação das operações. Tais regras precisam de tempo para serem formalizadas e podem ser mais eficazes a partir da consulta aos trabalhadores. Apesar disso, o detalhamento a respeito das operações não é o foco desta categoria de regras.
3. Regras de ação: especificam, em termos de instruções detalhadas, determinando a sequência de ações diante das operações do trabalho. Exemplos desta categoria de regras podem variar desde a obrigatoriedade de usar cinto de segurança, até a verificação se os equipamentos estão funcionando antes de iniciar qualquer operação. Estas regras podem ser vistas como limitantes diante de novas situações que não se ajustam às regras, reprimindo a inovação e a aprendizagem na organização

Lillrank (2003) apresenta três classes de especificação do processo produtivo que caracterizam diferentes contextos de produção: padronizado, rotineiro e não rotineiro. Segundo o autor, estas três formas de classificação apresentam níveis decrescentes de especificação do processo produtivo e são adequadas, dependendo de aspectos, tais como: variedade e variação de seus *inputs*; formas de estruturação dos critérios de julgamentos para tomada de decisão e determinação

das ações (binários, *fuzzy logic*, interpretativo); e grau de tolerância para os critérios de aceitação dos produtos produzidos.

Lillrank (2003) acrescenta que, em uma mesma situação, a classe de especificação do processo pode se alterar de não rotineira à padronizada, dependendo de como evoluem os fatores tais como: controle sobre variação e variedade de inputs e o aprendizado e conhecimento das pessoas propiciado pela experiência adquirida. O mesmo autor enfatiza que parte dos problemas nos processos industriais são decorrentes de situações nas quais as exceções, que requerem processos não-rotineiros, são tratadas pelo mesmo processo que lida com produtos padrão por meio de processos padronizado. Desta forma, Lillrank (2003) afirma que enquanto as exceções não recebem atenção adequada, continuam a perturbar o processo padrão. Por isso, este autor reitera que separar os vários tipos de processos e padroniza-los com regras apropriadas a classe de regras apropriadas é importante para o alcance de bons resultados na produção.

Weichbrodt (2015) destaca a importância do uso de regras na organização à luz de três diferentes aspectos: (a) como instrumento de controle organizacional; (b) como mecanismo de coordenação; e (c) como forma decodificação do conhecimento organizacional. A partir destas três perspectivas, o referido autor levantou as contribuições relevantes do uso de regras dentro das organizações.

Weichbrodt (2015) explica que as regras, como instrumento de controle, atuam por meio da restrição da liberdade de ação. As regras, a partir desta perspectiva, são compostas por uma descrição rígida do caminho a ser seguido. O referido autor ainda afirma que tais regras buscam informar ao trabalhador as ações que devem ser realizadas em todas as operações do trabalho. Desta forma, tais regras estão associadas ao excessivo detalhamento e rigidez do trabalho. O mesmo afirma também que as regras como mecanismo de coordenação buscam a previsibilidade ao definir responsabilidades pelas tarefas a cada membro da equipe. Sobre a última perspectiva das regras na organização, Weichdrodt (2015) explica que podem servir como repositórios do conhecimento organizacional. Dessa forma, o mesmo autor reitera que as organizações podem desenvolver rotinas para soluções de problemas recorrentes e, em seguida, codificá-las em regras formais para uso posterior.

Hale e Borys (2013) examinaram a literatura referente à gestão de regras e procedimentos operacionais⁵ dos trabalhadores e constaram que existem duas abordagens antagônicas para o desenvolvimento das regras nas organizações. As duas abordagens são apresentadas pela literatura como Modelo 1 - *top-down* - e Modelo 2 - *bottom-up*, originalmente formuladas por Dekker (2005). A primeira delas é mais clássica e racional, imposta de cima para baixo e leva em consideração os níveis hierárquicos presentes nas organizações. A segunda abordagem parte de uma visão participativa de baixo para cima, levando em consideração a visão a partir do chão de fábrica (HALE E BORYS, 2012).

De acordo com Hale e Borys (2013a), a construção do Modelo 1 é baseada na racionalidade e no controle, sendo as regras ditadas por especialistas e vistas como necessárias. Portanto, as violações são vistas como más práticas e, por isso, devem ser combatidas. Antagonicamente ao que é proposto pelo Modelo 1, de acordo com Hale e Borys (2013a), o Modelo 2 reconhece a impossibilidade de um sistema de regras perfeito. As violações de regras são vistas como inevitáveis e, por isso, os operadores locais são os responsáveis pela melhoria das regras.

Hale e Borys (2013b) enfatizam que o Modelo 1 é mais indicado para trabalhos de características rotineiras, em que há a ocorrência de poucos eventos aleatórios, conduzido por pessoas de pouca habilidade. Por outro lado, de acordo com Hale e Borys (2013a), o Modelo 2 se adequa a contextos complexos, com altos níveis de incerteza, sujeito à variabilidade e necessidade de improvisação. Segundo os mesmos autores, nestes contextos, a formalização do trabalho por meio de regras de processo torna-se mais viável do que por meio de regras de ação.

A participação dos operários na formulação das regras é valorizada no modelo 2, uma vez que permite a incorporação do conhecimento prático nos POPs (WEICHBRODT, 2015, HALE E BORYS, 2013b, BORYS, 2012; BLAKSTAD, 2010; ANTONSEN et al., 2008; DEKKER, 2005). O uso deste conhecimento para a elaboração das regras pode fazer com que a lacuna existente entre os procedimentos e o contexto real reduza (BORYS, 2012; DEKKER, 2005). Tal prática tem repercussão não apenas no controle das regras (BLAKSTAD, 2010), bem como

⁵ Hale e Borys (2012a) referem-se às regras e procedimento ligados à segurança. Contudo, os autores ressaltam que as discussões apresentadas podem ser extrapoladas para todos os tipos de regras de uma organização.

na redução da violação e uso de regras informais no desempenho do trabalho (WEICHBRODT, 2015).

Kondo (1991) ressalta que a participação dos trabalhadores na tomada de decisões relacionadas à definição de padrões é um importante fator para a motivação para o trabalho. O autor destaca que a contribuição dos operários na definição das regras associadas à criatividade e originalidade das soluções encontradas por eles, contribui para o comprometimento e adesão em relação às regras.

Treville e Antonakis (2006) também destacam a necessidade da participação dos trabalhadores na criação por duas razões: (a) apenas as pessoas que realmente executam o trabalho têm o conhecimento sobre a operação na prática; e (b) a participação no desenvolvimento de procedimentos tende a criar entre os trabalhadores um sentimento de propriedade, aumentando sua disposição para executar o processo como documentado.

Outro aspecto levantado por Hale e Borys (2013b) diz respeito ao nível de experiência dos usuários das regras. Os autores enfatizam que regras detalhadas podem ser apropriadas para operários com baixos níveis de treinamento. Nestes casos, o uso de regras baseadas no Modelo 1 podem ser bem utilizadas e efetivamente aplicáveis. Por outro lado, especialistas com longa experiência e profundo conhecimento tendem a empregar os procedimentos como consulta a regras críticas, bem como proteção a eventuais distrações. Sendo assim, para este grupo de usuários, as regras baseadas nos fundamentos do Modelo 2 são mais proveitosas e benéficas.

Por fim, dada a importância da comunicação e adesão aos padrões pelos trabalhadores, outras perspectivas da importância das regras nas organizações foram destacadas por Weichbrodt e Grote (2010). Os mesmos autores afirmam que o entendimento das regras como mecanismo de coordenação é muito simplista. Segundo Weichbrodt e Grote (2010), outra importante utilidade do uso de regras nas organizações diz respeito à comunicação e adesão aos padrões pelos trabalhadores. Os mesmos autores relatam a importância da flexibilização das regras dentro das organizações. Na próxima sessão, serão apresentados os principais pontos levantados pela literatura a respeito deste assunto.

3.4.1 Discussões a Respeito da Flexibilização das Regras

Tendo em vista os componentes do padrão apresentados anteriormente, Kondo (1991) descreve que a meta deve ser claramente especificada e perseguida por aqueles que executam a tarefa, as restrições devem ser sistematicamente avaliadas porque repercutem em passos do método de trabalho que precisa ser rigorosamente cumprido. Kondo complementa que as restrições devem ser objeto de análise e, sempre que possível eliminadas, permitindo um método de trabalho flexível. Para este autor, um método de trabalho rígido prejudica a criatividade do operário e o senso de propriedade, favorecendo a não adesão ao mesmo.

Dekker (2003) complementa que a rigidez exacerbada das regras POPs pode representar um problema diante de situações inesperadas, principalmente em ambientes de alta incerteza. Grote (2015) afirma que a prática tende a ser improvisada, visto que as regras ou rotinas podem ser afetadas por uma infinidade de condições que variam conforme as situações e contextos reais. Com isto, a referida autora enfatiza a ideia de que padrões não são capazes de prever todas as situações existentes, afirmando que tais prescrições estão sujeitas a diferenças em relação à prática. Isto leva a uma reflexão de que tais regras, diante da variabilidade dos contextos reais, estão sujeitas a violações por parte dos operadores.

Weichbrodt (2015) salienta que tais violações indicam que as regras descritas por padrões podem estar obsoletas ou inadequadas e precisam ser melhoradas e substituídas. Da mesma forma, Desai (2010) argumenta que, à medida que a necessidade de adaptações aumenta, torna-se evidente a disparidade entre regras que definem as rotinas de uma organização e o contexto real.

Grote (2015) argumenta que as regras nem sempre constituem a melhor forma de operar determinada tarefa ou que podem ser obsoletas para tal e, por isso, torna-se inevitável a necessidade de adaptações. Para Grote, a obrigatoriedade de seguir regras, por vezes, afasta ainda mais os operadores da capacidade de adaptá-las diante de situações adversas. Por isso, o referido autor, reconhecendo a inevitabilidade destas adaptações, chama a atenção para a necessidade de permissão de ações que não constam nos padrões estabelecidos.

Contudo, de acordo com Dekker (2003), deve haver cuidado com tais permissões, pois estas podem representar um risco quando o trabalhador não tem

um conhecimento prático apropriado para efetuar modificações. Para que situações como estas sejam reduzidas, o mesmo autor recomenda que as organizações: (a) monitorem as lacunas existentes entre o procedimento e a prática e entendam as razões por trás disto; e (b) treinem as pessoas para desenvolver habilidades para julgar quando e como fazer adaptações nos padrões estabelecidos.

Dekker (2003) levanta quatro pontos que sustentam a ideia da flexibilização das regras. O primeiro ponto levantado por esse autor é a ideia de que uma irregularidade no seguimento das regras não causará necessariamente um problema na operação. Por vezes, adaptações das regras são necessários para o alcance dos resultados esperados ou, até mesmo, para evitar acidentes. O segundo ponto levantado por Dekker (2003) constitui-se no atendimento de metas. Tal contexto, atrelado a recursos limitados e altos níveis de variabilidade, faz com que os empregados desenvolvam sistemas de trabalho que, por vezes, não representam a forma padrão de execução, como prescrito nos POPs, mas sim uma maneira informal de se executar determinada tarefa.

O terceiro ponto levantado diz respeito aos trabalhos mais complexos e dinâmicos, sujeitos a um elevado nível de incerteza. Nestes casos, os POPs são incapazes de prever as inúmeras situações adversas, contexto no qual a experiência e prática propiciam vantagem operacional.

O quarto e último ponto levantado por Dekker (2003) está relacionado a aspectos ligados à segurança do trabalhador. O referido autor afirma que o estabelecimento de regras deste tipo, normalmente, é baseado na pior situação. Por isso, segui-las de forma rigorosa pode levar a uma queda de desempenho do trabalho, considerando o grande número de restrições impostas por um trabalho exposto às piores condições. Isto reforça a ideia de que, por vezes, os procedimentos não retratam a realidade tal qual ela é.

Grote et al. (2009) afirmam que rotinas, concebidas com vistas à flexibilização, podem ser descritas por meio de regras de genéricas. Estas regras são similares ao conceito de regras de processo (HALE;SWUSTE, 1998; WEICHBRODT, 2015). Em particular, Grote et al. (2009) apontam que o uso de tais regras como orientação flexível é uma ferramenta com potencial para superar a lacuna existente entre regras detalhadas e o contexto real, levando a uma padronização mais eficiente. Isto porque sua característica de orientar para a

tomada de decisão faz com que elas sejam adaptáveis à diversas situações, mesmo que excepcionais.

Por fim, Saurin e Gonzalez (2013) também reconhecem que os procedimentos com maior grau de liberdade são mais efetivos para o contexto das operações. Por reconhecer a necessidade de adaptação das regras em determinados momentos, principalmente em sistemas com características complexas, os referidos autores entendem que os procedimentos para executar tarefas devem ser concebidos como um apoio para tomada de decisões e não como uma norma rígida para ser seguida.

Entretanto, vale salientar que diferentes ambientes de produção sugerem distintas abordagens para elaboração e uso das regras prescritas por meio de POPs. Na sessão seguinte, são destacadas diferentes abordagens para a elaboração e uso de procedimentos operacionais padronizados nas organizações.

Weichbordt (2015) aponta que as organizações têm buscado o equilíbrio entre controlar o ambiente por meio de regras restritivas e dar a abertura para a tomada de decisões. Este equilíbrio provém da elaboração das regras por meio de duas abordagens: (a) elaborar regras para minimizar a incerteza; ou (b) para lidar com a incerteza. Por fim, segundo Grote (2004) e Weichbrodt (2015) a abordagem que busca minimizar a incerteza conduz o controle organizacional por meio de regras restritivas, detalhadas e controladas. Por outro lado, a abordagem que busca lidar com a incerteza cria menos regras ou regras menos restritivas, com vistas à ampliação da autonomia para tomada de decisão.

3.5 ABORDAGENS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRONIZADOS

Há diferentes abordagens para a especificação de regras formalizadas por meio de POP. A primeira delas é a abordagem preconizada por Taylor. O padrão no STP constitui-se em outra referência importante em termos de padronização do processo produtivo. O POP, na Toyota, assume uma configuração particular, tendo em vista os princípios que regem a gestão do sistema produtivo naquele contexto. A terceira e última abordagem é a sócio técnica, que parte do princípio da valorização

da esfera humana dentro de um sistema de produção em conjunto com as ferramentas e máquinas envolvidas na produção

3.5.1 Abordagem Taylorista

Frederick Taylor acreditava que a eficiência dos trabalhadores era a chave para a prosperidade de uma organização. Esta eficiência, segundo ele, estava atrelada à divisão e à especialização do trabalho, que tornaria o trabalhador mais hábil para realizar as tarefas para as quais era designado (LACOMBE, 2009).

Ribeiro (2012) destaca as ideias de Taylor para a concepção do trabalho na produção:

- (a) Atribuir, a cada trabalhador, da tarefa mais desafiadora possível, de acordo com suas aptidões;
- (b) Entender que as metas de produção devem ser cumpridas ou desafiadas pelos trabalhadores;
- (c) Promover a remuneração por produção, de modo satisfatório para quem cumprisse as metas e motivadora para quem a excedesse;
- (d) Treinar o trabalhador para melhorar a quantidade e qualidade do que produziam;
- (e) Controlar o trabalho de forma a verificar se está sendo realizado de acordo com as especificações estabelecidas.

Outra importante contribuição de Taylor foi a introdução do caráter analítico para a concepção do trabalho, sendo necessário um estudo de cada tarefa a partir de seus detalhes a fim de aumentar a capacidade e a eficiência do trabalhador (RIBEIRO, 2010).

Para estabelecer o melhor método do trabalho, Taylor utilizava estudos de movimentos e tempos (EMT), que consistia em estudar a tarefa, o local de trabalho, as ferramentas, máquinas e os movimentos cronometrados do operário. A partir disso, era possível identificar os melhores movimentos e tempos para a execução das tarefas, de modo que fossem diligentemente prescritas e distribuídas aos trabalhadores capacitados para elas (RIBEIRO, 2010).

Slack, Chambers e Johnston (2007) afirmam que a descrição detalhada das tarefas e a especialização do operário apresentavam vantagens, tais como a facilidade de aprendizagem e o treinamento para tarefas simplificadas, além da possibilidade de vislumbrar a substituição de pequenas tarefas por equipamentos.

Por outro lado, ressalta-se que a partir desta perspectiva, a abordagem taylorista também possui pontos negativos, tal como a insatisfação do operário com relação às tarefas sob sua responsabilidade. A desmotivação dos trabalhadores pode resultar em altos índices de absenteísmo, conflitos sindicais e greves (CORRÊA e CORRÊA, 2007). Outro ponto de conflito consiste no fato de que as metas de produção para os trabalhadores eram superestimadas, inviabilizando o alcance do tempo padrão associado às tarefas. Diante desta situação, Liker e Meier (2007) relatam que os operários entendiam os padrões como uma medida do esforço que deveriam exercer para concluir as tarefas.

Mais tarde, estudos voltados a identificar a melhor e mais simples forma de se executar as tarefas foram complementados pelo casal Gilbreth, que se dedicaram a analisar aspectos relacionados à monotonia no trabalho e à fadiga dos operários, além de inserir a ideia de melhorias nos processos (BARNES, 1977). Posteriormente, estes estudos influenciaram, de certa forma, o desenvolvimento de outras abordagens de padrões no STP.

3.5.2 Abordagem da Toyota

O padrão no STP é denominado Trabalho Padronizado (TP). Este se constitui em uma ferramenta que define uma rotina de trabalho de operários e máquinas que permite cumprir sistematicamente um tempo de ciclo de produção adequado à demanda do cliente e com baixo nível de estoque.

Segundo o Productivity Press (2002), no STP a implementação do TP contempla a criação gráfica do trabalho como referência visual para que os operadores possam entender com facilidade as regras estabelecidas. Estes documentos incluem a disponibilização das informações necessárias à execução da tarefa, tais como:

- (a) *Takt-time* e tempo de ciclo;
- (b) Quantidade de operadores envolvidos e suas respectivas ações dentro da tarefa;
- (c) Descrição e sequência de execução das operações e desenho da linha de produção;
- (d) Tempos de operações manuais, tempos de funcionamento automático da máquina e tempo de caminhada do operador entre postos de trabalho;
- (e) Pontos de inspeção de qualidade e de segurança;
- (f) Trabalho em Progresso (*Work in Progress - WIP*) permitido.

O Productivity Press (2002) retrata ainda o uso de cartões de método de trabalho para os novos trabalhadores: tais documentos contêm informações detalhadas do processo, com instruções explícitas básicas, das ações de segurança e de ações que facilitam a ação para determinada tarefa, dentre outras, visando à rápida aprendizagem dos métodos de trabalho.

O documento do TP, entendido nesta pesquisa como Procedimento Operacional Padronizado (POP) é disponibilizado aos operários, constituindo-se em um conjunto de instruções com elevado nível de detalhamento das operações de forma a orientar o operário na condução do trabalho (LIKER E MEIER, 2007).

Complementando a descrição do caráter prescritivo do TP, Spear e Bowen (1999) relatam que o padrão no STP possui um caráter operacional, em que o conteúdo do trabalho, tempo e sequência de operações são altamente especificados e rígidos, ou seja, se estabelece um método de trabalho detalhado em que não são admitidas variações. Os autores explicam que, no contexto fabril da Toyota, o detalhamento de tais especificações potencializa a possibilidade de alcançar resultados sistemáticos e efetivos.

Portanto, embora o TP tenha uma ênfase na especificação detalhada da operação e busque a eficiência do operário, há também a preocupação com a distribuição das operações entre os operadores de forma a cumprir sistematicamente um tempo de ciclo adequado ao *takt time* mediante baixo nível de trabalho em progresso. Ressalta-se que o tempo padronizado de diferentes tarefas são conectados. Essa preocupação denota que o padrão no STP não tem uma abordagem puramente taylorista, visa, também à eficácia em termos de processo e

assim, assume importância para que a Toyota atinja seus objetivos estratégicos (SAFFARO, 2007).

Aplicações do conceito de TP ao contexto da construção foram feitas por Mariz e Picchi (2013). Na pesquisa conduzida por esses autores, o propósito foi atingir tempos de ciclos sistemáticos adequados ao *takt time*. Este propósito foi atingido mediante estudo das operações realizadas pelo operário em cada ciclo e propostas de melhorias.

O método foi proposto por Mariz e Picchi (2013) com base no TP utilizado na manufatura, com as devidas adequações para o ambiente da construção. Segundo Mariz e Picchi (2013), a aplicação do método direciona a melhorias mediante uma análise estruturada, que possibilita a identificação de desperdícios e o planejamento para redução deles, até mesmo para ciclos não repetitivos. Entretanto, a aplicação deste método, como padronização de ciclos que se repetem com mínima variação, como na manufatura, não é possível em diversas situações na construção, como no caso do assentamento de porcelanato, no que se refere a cantos, recortes, variações de dimensões em cômodos, dentre outros, sendo esta uma limitação do método proposto.

Fazinga e Saffaro (2012) também desenvolveram estudos relativos à padronização do processo na construção civil, buscando identificar um conjunto de especificações que fosse adequado para levar ao cumprimento sistemático de tempos de ciclos para execução dos pavimentos de estrutura de um edifício de múltiplos pavimentos. Os elementos que deveriam ser especificados no contexto estudado pelas referidas autoras foram agrupados segundo os componentes do padrão propostos por Kondo (1991) – (meta, restrições e método) - e estão apresentados na Quadro 1.

Quadro 1 – Elementos do padrão na construção civil

ELEMENTO CONCEITUAL	ESPECIFICAÇÕES RELACIONADAS
META	<ul style="list-style-type: none"> - Características do produto final conforme requisitos do cliente; - Objetivos atrelados aos critérios competitivos valorizados pela organização (prazo, custo);
RESTRIÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> - Compartilhamento de recursos (materiais, equipamentos e mão-de-obra); - Condições requeridas para uso de materiais e componentes; - Quantidade padrão de estoque em processo;
MÉTODO	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades constituintes do processo; - Sequência técnica para as atividades; - Pacotes de trabalho distribuídos ao longo do período delimitado pelo <i>takt-time</i> - Sequência para a execução das unidades de cada pacote de trabalho; - Dimensionamento da equipe de produção; - Designação da quantidade de operários para cada pacote de trabalho; - Especificação de <i>kits</i> de recursos para cada pacote de trabalho; - Especificações para transporte de materiais; - Especificações para armazenagem de materiais; - Pontos-chave; - Rotina de operações para equipamentos; - Pontos de inspeção de qualidade e as tolerâncias correspondentes; - Pontos de monitoramento em relação à meta;

Fonte: Fazinga, Saffaro (2012)

Os resultados de Fazinga e Saffaro (2012) apontaram uma ênfase nos elementos para compor o padrão em aspectos relacionados à disponibilização de condições adequadas para execução da tarefa, tais como, *kit* de recursos necessários (materiais; equipamentos; dispositivos de apoio à execução da tarefa) e *layout* do posto de trabalho.

Fazinga e Saffaro (2012) relatam que não foi possível avançar em especificações internas aos PTs realizados em cada dia do ciclo, como por exemplo, a distribuição das operações que compunham cada pacote entre os operários. A justificativa para a dificuldade estava relacionada a particularidades do contexto investigado (etapa estrutura de concreto armado): longo tempo de ciclo e grande número de operários envolvidos, realizando atividades diversificadas. A divisão das atividades em pacotes de trabalho diários designados a equipes menores ainda não favorecia a distribuição, entre os operários, das operações a serem cumpridas em um dia.

Fazinga e Saffaro (2012) mencionam que uma dificuldade levantada como empecilho à especificação detalhada das operações entre os operários era a constante indisponibilidade de recursos para execução dos PTs, embora, na maioria das vezes, os recursos estivessem na obra. Esta limitação estava associada à falta de estabilidade básica para implementação efetiva do padrão, em especial, um padrão de caráter operacional. A falta de estabilidade básica no contexto da pesquisa realizada pelas referidas autoras estava associada, principalmente, ao fato de as equipes precisarem se deslocar com seus diversos recursos para executarem seus PTs nos diferentes locais.

Embora seja reconhecida a necessidade de esforços para a busca da estabilidade básica, os resultados de Fazinga e Saffaro (2012) apontam para a importância de buscar referenciais teóricos que apoiem uma especificação mais flexível do trabalho para o contexto da construção civil.

Saurin e González (2013) também argumentam que a definição de padrões sob a perspectiva do TP é limitada para contextos mais complexos e não pode ser conduzida sem considerar as suas particularidades. Os referidos autores investigam a abordagem do Sistema Sócio Técnico (SST) para a elaboração de POP em ambientes de maior incerteza, como é o caso da construção civil.

3.5.3 Abordagem Sócio Técnica

Niepce e Molleman (1996) relatam que um dos princípios do SST se constitui em estabelecer o mínimo de especificações para a realização do trabalho de forma adequada. Os mesmos autores entendem que grau de liberdade concedido ao trabalhador no SST confere autonomia para definir ritmo e método de trabalho.

Clegg (2000) complementa que não se deve especificar excessivamente a maneira como um processo deve ser desempenhado. Este autor afirma que na abordagem sócio técnica, os operadores são autorizados a resolver problemas e desenvolver seus próprios métodos de trabalho, incorporando espaço para aprendizagem e inovação. Em outras palavras, o operador tem certa autonomia para decidir como executar a tarefa desde que alcance os objetivos acordados.

Saurin e Gonzalez (2013) identificaram os princípios que regem a elaboração e uso dos procedimentos como regras em sistemas sócio técnicos complexos. No Quadro 2, estão descritos os princípios definidos pelo autor, subdivididos em quatro diferentes categorias associadas: (a) à filosofia; (b) à concepção; (c) ao conteúdo; e (d) ao monitoramento dos procedimentos.

Quadro 2 – Princípios para a elaboração e uso dos procedimentos como regras

Categoria	Princípio
Filosofia	<ul style="list-style-type: none"> - Os procedimentos são concebidos como um suporte à tomada de decisões, não sendo, necessariamente, interpretados como uma norma rígida. - Os procedimentos são interpretados como recurso para alcançar o desempenho esperado, não necessariamente como o único ou o principal recurso. - Deve existir uma capacitação, por meio de estratégias formais e informais, para os operadores perceberem quando é necessário adaptar procedimentos ou como agir em caso de não aplicabilidade dos mesmos.
Concepção	<ul style="list-style-type: none"> - Os procedimentos são concebidos e avaliados por uma equipe multifuncional, de forma a incorporar perspectivas diversas.
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> - O conteúdo dos procedimentos explicita a interdependência entre os elementos do sistema, destacando os impactos dessas relações. - Os procedimentos explicitam as características do contexto organizacional em que eles são válidos, assim como as características do contexto organizacional que podem levar a necessidades de adaptação ou mesmo de não conformidade.
Monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> - A cultura organizacional, ou seja, o sistema de comportamentos, normas e valores sociais de uma organização, entende que as diferenças entre os procedimentos e o trabalho real são frequentes, legítimas e normais. - As diferenças entre o conteúdo dos procedimentos e o trabalho real devem ser monitoradas, visando aproximar o trabalho prescrito e o real. - O descumprimento de procedimentos não é, necessariamente, um erro humano nem algo passível de punição.

Fonte: Adaptado de Saurin e Gonzalez (2013)

Em meio a esta discussão acerca da especificação detalhada e rígida do trabalho, Liker e Meier (2008), Hale e Borys (2013ab), Weichbrodt (2015) destacam a necessidade de especificar partes do trabalho. Nesta mesma linha, Clegg (2000) alerta que para ambientes cujo sistema de produção é complexo, torna-se difícil a inserção da operação integralmente autônoma. Tal dificuldade está atrelada às excessivas interações entre as partes de um sistema complexo, o que o torna mais vulnerável aos efeitos da variabilidade. Para estes contextos, o autor aponta que a aplicação do princípio das mínimas especificações intenciona flexibilizar partes da operação padrão. Em outras palavras, o autor propõe o equilíbrio entre rigidez e flexibilidade dos padrões, permitindo a autonomia dos operadores em partes da operação e determinando especificações diante das ações consideradas críticas para o trabalho. Estas partes do trabalho, que devem ser devidamente especificadas, serão aqui denominadas parcelas críticas do trabalho (PCT). O próximo tópico tratará a respeito dos principais aspectos da produção e do produto atrelados às PCTs.

3.6 ASPECTOS IMPORTANTES ATRELADOS ÀS PCTS

As PCTs podem ser inicialmente descritas como o conjunto de ações, realizadas pelos operadores, cuja importância está atrelada a redução da dificuldade de execução das partes mais difíceis da tarefa (LIKER E MEIER, 2008). Além disso, Borys (2012) reitera que estas parcelas não estão associadas à eventos triviais do trabalho e podem levar a soluções importantes diante das adversidades da tarefa. Liker e Meier (2008) ainda apontam que tais parcelas estão ligadas a ações dos trabalhadores, principalmente, com vistas à segurança e qualidade da produção e do produto.

3.6.1 Segurança

Diversos autores na literatura consideram a segurança como um elemento crítico dentro de uma organização, visto que estão atreladas à criação de uma cultura organizacional para a redução de riscos aos operários na produção (HALE;

BORYS, 2013ab; WEICHBRODT, 2015; CARIN JR. et al., 2016). Hale e Borys (2013a) citam que, devido à responsabilidade da empresa sob este aspecto, há uma preocupação, por parte da diretoria das empresas, com a formalização de regras para a segurança, principalmente em empresas que realizam trabalhos de alto risco.

Borys (2012) afirma que o ambiente da construção civil é considerado de alto risco de acidentes, em que, qualquer deslize pode resultar em um acidente de trabalho. Desta forma, para este setor, a segurança do operário pode ser considerada um aspecto crítico da produção, com repercussões diretas nas operações do trabalho. Weichbrodt (2015) afirma que regras ligadas à segurança são importantes, pois restringem ações consideradas perigosas, ou seja, constitui-se em um fator que restringe o método do trabalho a ser adotado pelo operário, assim como apontado por Kondo (1991). Weichbrodt (2015) entende que as regras com repercussão na segurança do operário são diretrizes para orientar o operário em suas ações e precisam ser adequadas a cada contexto, por isso têm um papel limitado na gestão da segurança. Carim Jr. (2016), ao discorrer sobre ações na aviação, reitera este papel das regras e acrescenta que essas são criadas, principalmente, a partir de experiências anteriores.

Juran (1991) e Campos (2014) destacam que a segurança não está ligada apenas aos riscos que os operários estão expostos na fase de produção, mas também aqueles que os usuários estão sujeitos ao longo da fase de uso do produto. De acordo com Juran (1991), a qualidade de um produto está atrelada à isenção de propriedades inaceitáveis, que causem prejuízo ao usuário, de acordo com as normas e padrões estabelecidos. Para garantir esses padrões, Liker e Meier (2008) e Campos (2014) afirmam que, normalmente, existirão partes do trabalho que irão exigir maior atenção do operário.

3.6.2 Qualidade

Juran (1991) definiu, inicialmente, o conceito de qualidade como o conjunto de características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, dessa forma, proporcionam a sua satisfação. No entanto, devido à amplitude do conceito, entende-se que há diversas maneiras de interpreta-lo. Justificando a complexidade que envolve o conceito de qualidade, Garvin (1992) aponta que a

qualidade pode ser entendida a partir de diferentes conceitos. Um destes conceitos apontados por Garvin diz respeito ao desempenho, que se refere às características funcionais básicas de um produto.

No mesmo sentido, a ABNT NBR 15.575-1 define desempenho como sendo o comportamento em uso de um edifício e seus sistemas. Segundo Murphy e Kumar (2000), as decisões ligadas ao atendimento do desempenho esperado são definidas em projeto e devem ser diligentemente atendidas na produção, visto que são essenciais para atingir as necessidades dos clientes. Barros Netto (1999) aponta que na construção civil esta dimensão pode ser comparada à segurança estrutural e proteção contra intempéries, por exemplo.

Garvin (1992) ainda aponta outros conceitos diretamente relacionados ao atendimento da qualidade, sendo eles a conformidade, confiabilidade e durabilidade. A conformidade refere-se ao grau em que as especificações de projeto ou de funcionalidade do produto, que abrangem justamente requisitos de desempenho segundo a ABNT NBR 15.575-1, estão de acordo com os padrões estabelecidos. Melhorias neste aspecto, normalmente, se traduzem diretamente em ganhos da qualidade à medida em que defeitos e as falhas pós-venda, decorrentes de erros na produção, passam a ser controlados e reduzidos (GARVIN, 1992).

Juran (1991) reitera que o papel da conformidade consiste justamente em atestar o cumprimento das especificações do produto. O mesmo autor ainda afirma que o trabalho de determinar a conformidade com as especificações pode ser delegado até mesmo à equipe de produção em todas as etapas de fabricação. Na construção, a não-conformidade ocorre quando uma etapa finalizada e/ou seus componentes desviam dos requisitos estabelecidos, o que requer uma tomada de decisão quanto a sua aceitação ou retificação (BATTIKHA, 2003). Marosszky et al. (2002) afirmam que a melhor postura para o controle destes problemas de qualidade está atrelada a ações realizadas pelos próprios operários, assim como apontado por Juran (1991).

A confiabilidade está associada à probabilidade de um produto desempenhar sem falhas a função pretendida por um período específico (GARVIN, 1992; JURAN 1991). Desta forma, uma das estratégias apontadas por Stone-Romero (1997) como forma de aumentar a confiabilidade do produto, consiste na prevenção de defeitos. Neste sentido, Richter (2007) aponta para uma associação direta da confiabilidade

com o conceito de conformidade, visto que ambos estão relacionados ao controle ao não aparecimento de defeitos que prejudiquem o desempenho do produto.

Por estarem ligadas à aparição de defeitos em um período de tempo, a não-confiabilidade de um produto tem repercussões em sua durabilidade. A durabilidade se refere a medida da vida útil do produto até que ele se deteriore fisicamente (GARVIN, 1992). John et al. (2002) exemplifica que na construção tal dimensão se refere a capacidade de o edifício manter o desempenho esperado ao longo do tempo, seja ele térmico ou estrutural, mesmo exposto às condições normais de uso. Garvin (1991) reitera que a durabilidade pode ser influenciada pelas condições de uso em que o produto está exposto.

Há uma forte associação entre estes três conceitos, que podem ser considerados desdobramentos para alcançar o desempenho como forma de atender à qualidade. A atenção voltada à estes conceitos da qualidade levam a ganhos quanto à adequação ao uso do produto, que é requisito básico para atendimento de critérios da norma de desempenho ABNT NBR 15575-1, por exemplo.

Observa-se que na construção civil os requisitos associados ao alcance da conformidade, confiabilidade e durabilidade estão ligados à execução da tarefa de acordo com as especificações de um padrão pré-estabelecido. Porém, existem outros fatores, além de operações bem definidas, que podem impedir o alcance da qualidade, tais como, falhas de projeto, materiais e componentes de baixa qualidade e até mesmo a falta de manutenção pós-venda (BARROS NETO, 1999). Nesta pesquisa, a busca pelo atendimento da qualidade para alcançar o desempenho esperado, a partir da conformidade, confiabilidade e durabilidade do produto, é considerado uma característica das PCTs.

Juran (1995) aponta que a simulação do uso do produto representa uma maneira de avaliar o alcance do desempenho do produto antes de seu uso. Segundo o mesmo autor, durante a simulação podem ser detectados defeitos de forma antecipada, possibilitando que sejam reparados ainda na fase de produção. Por isso, Juran afirma que ações de simulação tem repercussões positivas no desempenho do produto, visto que representa uma maneira de atestar o alcance das necessidades do cliente. Contudo, o mesmo autor também alerta que há uma limitação no uso de simulações, já que nem sempre representam a totalidade das condições reais de uso. Porém, o que permite atrelar o desempenho do produto no

uso à produção, não é o fato de simular o uso na produção, buscando ajustes nesta etapa, mas sim o fato de que determinadas parcelas do trabalho do operário podem levar ao alcance do desempenho com maior facilidade e eficiência da produção.

Juran (1995) salienta que a melhoria da qualidade também tem repercussões tanto nos custos, quanto na produtividade. O mesmo autor alega que a melhoria da qualidade do processo pode levar a redução de desperdícios diretamente na fonte, como por exemplo, a incidência de retrabalho. Battikha (2003) também associa problemas de qualidade a custos adicionais para o retrabalho, implicando na redução da produtividade e insatisfação do cliente (caso o retrabalho seja realizado na fase pós-execução). Campos (2004) acrescenta que por estarem atrelados diretamente à esfera financeira da organização, ações voltadas à melhoria da produtividade e redução de custos da produção também são essenciais.

Devido à importância de ações dos trabalhadores com repercussões em todos os aspectos citados, entende-se que a padronização destas parcelas representa um potencial para o alcance de bons resultados. No entanto, entende-se que em ambientes como o da construção civil, em que os processos são caracterizados como rotineiros, Lillrank (2003) aponta ações voltadas ao alcance das especificações de qualidade nem sempre são passíveis de padronização por métodos de trabalhos binários. Desta forma, o mesmo autor reitera que o uso conhecimento tácito nestes contextos tem uma importância relevante em relação à execução do trabalho, visto que podem promover até mesmo o afloramento de novas técnicas de operação, repercutindo positivamente na produção. Porém, Hale e Borys (2013a) alertam para o fato de o conhecimento tácito não ser facilmente explicitado. Tal condição contribui para que esta parcela não seja facilmente evidenciada e, por isso, não especificada dentro dos padrões de trabalho, apesar de sua importância para a execução.

Esta dificuldade leva a um problema quanto à identificação destas parcelas dentro do processo de execução de uma tarefa. Por isso, de acordo com Liker e Meier (2008), a análise prévia detalhada do trabalho pode ser considerada uma etapa importante para a identificação das PCT. Na próxima sessão, serão discutidos de que forma o conhecimento tácito contribui para a operação dentro das organizações, bem como sua importância no processo de identificação do que é crítico para o trabalho.

3.6.3 Conhecimento Tácito

O conhecimento organizacional é composto por duas fontes de conhecimento: o explícito e o tácito. Segundo Grotto (2001), ambos os conhecimentos são passíveis de serem partilhados, revelando-se como uma prática indispensável para a disseminação do conhecimento organizacional. Segundo a mesma autora, há um benefício para a aprendizagem dos colaboradores quando o conhecimento é difundido, transferido, compartilhado e alavancado.

O conhecimento explícito é formal e sistemático e pode ser facilmente comunicado e partilhado (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; GROTTTO, 2001). Tal conhecimento é facilmente expresso por meio de manuais de boas práticas, procedimentos operacionais, treinamentos ou relatórios (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; GROTTTO, 2001).

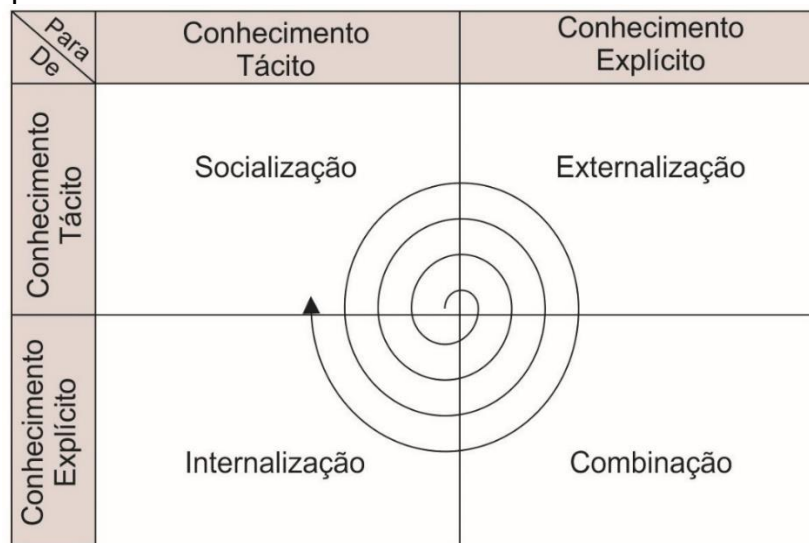
A consolidação do conhecimento explícito pode ser amplamente disseminada entre os operários, dispensa a necessidade de consulta às regras descritas em manuais de operação, por exemplo (EMBREY, 1999; HALE E BORYS, 2013a). Devido ao domínio deste conhecimento, os membros da equipe preferem ser guiados pela própria experiência para executar o trabalho (WEICHBRODT; GROTE, 2010). Isto se torna ainda mais visível, principalmente nos casos em que as regras explícitas, por serem muito detalhadas, cria-se uma lacuna entre o trabalho real e o trabalho prescrito (DEKKER, 2003).

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento tácito é de natureza intuitiva, ligado às percepções e habilidades do indivíduo (*know-how*) e, por isso, possui caráter subjetivo. Segundo os mesmos autores é o conhecimento que deriva do aprendizado pela experimentação, oriundo do aprender fazendo, usando e interagindo. Grotto (2001) acrescenta que este é um conhecimento altamente pessoal e de difícil formalização e comunicação. A mesma autora complementa que o conhecimento tácito está atrelado à compreensão profunda do trabalho, adquirido ao longo do tempo de experiência do trabalhador.

Nonaka e Takeuchi (2008) afirmam que o conhecimento organizacional é criado a partir de uma integração destas duas formas de conhecimento. Para isso, os mesmos autores mencionam quatro modos de conversão do conhecimento, sendo eles:

- a) Socialização (de tácito para tácito): é o processo de compartilhamento de experiências. O indivíduo compartilha seu conhecimento diretamente com o outro, por meio da prática, observação e/ou imitação. Gera o conhecimento compartilhado;
- b) Externalização (de tácito para explícito): é o processo de articulação de conhecimentos tácitos em explícitos e ocorrem a partir do diálogo e reflexão coletiva, por meio da dedução e da indução para que seja comunicado, institucionalizado e instrumentalizado. A externalização pode ser expressa na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos, como por exemplo, a padronização. Gera conhecimento conceitual;
- c) Combinação (de explícito para explícito): é o processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento. São feitos por meio de relatório, reuniões e conversas. Gera o conhecimento sistêmico;
- d) Internalização (de explícito para tácito): corresponde ao processo de absorção. Aquilo que está disponível em meios explícitos de conhecimento é internalizado pelos indivíduos. Gera conhecimento operacional.

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008) esses quatro modos de conversão do conhecimento, quando interagem de modo contínuo e dinâmico, viabilizam a geração de inovações de forma duradoura. Na Figura 6, ilustra-se este processo, denominada pelos mesmos autores como Espiral do Conhecimento.

Figura 5 – Espiral da conversão do conhecimento

Fonte: Nonaka e Takeuchi (2008)

Grotto (2001) reitera que nos processos de combinação e internalização, como conhecimento em questão é o explícito, considera-se mais fácil o compartilhamento e o processo de conversão do conhecimento. De maneira oposta, a mesma autora afirma que nos processos de socialização e externalização, como o conhecimento que será convertido é o tácito, o compartilhamento revela-se, por diversas vezes, demorado e até mesmo ineficaz. A mesma autora reitera que as operações em uma organização podem ser oriundas do conhecimento explícito, por meio da formulação de regras formais ou tácito, inerente às práticas baseadas na habilidade dos operários, que tendem a se tornar habituais a medida que representam uma melhor maneira de executar de determinada tarefa.

Parte destes hábitos podem funcionar como modelos ou exemplos a serem seguidos, caso sejam disseminados aos outros indivíduos (ORTMANN, 2010). A dificuldade de ocorrência deste processo justifica a necessidade da criação de um método para a identificação das PCT, uma vez que estão ligadas à externalização do conhecimento tácito do trabalhador.

O uso do conhecimento tácito está presente nas operações de diversos setores (HALE; BORYS, 2013a). Estudos realizados na área da aviação concluíram que ações baseadas no conhecimento tácito são capazes de lidar com as adversidades de situações que podem ocorrer dentro dos processos rotineiros e não-rotineiros. O mesmo autor afirma que tais adversidades estão ligadas a falhas de equipamentos, diferenças entre as competências de membros da equipe, condições climáticas, dentre outras (CARIN JR. et al.,2016).

Estudos da área da saúde enfatizam que, segundo os profissionais da enfermagem, as regras dão suporte ao trabalho para que erros sejam evitados. Por isso, gerentes de hospitais veem como necessidade a prescrição de regras a partir de situações decorrentes do dia a dia, evidenciando de forma concreta aquilo que é executado pelos profissionais da área (HALE; BORYS, 2013). Por outro lado, outros profissionais da área veem regras como um fator limitantes, considerando que o uso do conhecimento tácito pode ser o mais eficiente, uma vez que é mais eficiente diante das situações inesperadas (WEICHBRODT; GROTE, 2010; HALE; BORYS, 2013).

Hale e Borys (2013a) afirmam que, uma vez que se aceita o fato de que as regras não podem cobrir todas as eventualidades e que todas as regras têm exceções diante de situações inesperadas, torna-se essencial que os operários do chão de fábrica utilizem a própria competência para adaptar as regras, muitas vezes por meio da improvisação baseada no conhecimento tácito. Quando isto se torna recorrente, os Weichbrodt e Grote (2010) ressaltam que pode ser um alerta para a necessidade de modificações em procedimentos, por meio da concepção de novas regras, mais próximas da realidade.

Por isso, Lillrank (2003) considera o levantamento e uso do conhecimento tácito como crítico para o futuro de uma organização. Segundo o autor, os processos rotineiros, típicos da construção civil, envolvem necessariamente o uso do conhecimento tácito dos trabalhadores, visto que existe alta incidência de situações inesperadas que necessitam de ações alternativas. As regras criadas a partir destas ações alternativas, baseadas na experiência do trabalhador, são tidas como melhores práticas frente aos procedimentos impostos aos trabalhadores, constituindo-se em adaptações que representam uma proximidade maior com o contexto real (HALE E BORYS, 2013).

De acordo com Hale e Borys (2013a), as adaptações das regras realizadas por trabalhadores experientes são vistas com um alto grau de confiabilidade pelos supervisores. Os mesmos autores reiteram que tais adaptações são realizadas por meio do uso do conhecimento tácito do trabalhador (HALE E BORYS, 2013). Contudo, Weichbrodt (2015) alerta para a dificuldade de externalização de todo o conhecimento apenas por meio de explicação, visto que o conhecimento tácito está ligado às habilidades e ações do indivíduo. Associadas a estes fatores, estão as

práticas ligadas à improvisação, caracterizadas como ações locais, contextuais e repentinas, ou seja, não planejada (CUNHA; CUNHA; KAMOCHE, 1999). Desta forma, identificar boas práticas de trabalho a partir de ações de improvisação podem ser uma forma de externalizar do conhecimento tácito do trabalhador.

3.6.4 Improvisação

O estudo da improvisação foi adotado como uma referência importante para a compreensão da inovação e aprendizagem organizacional (CIBORRA, 1998). De acordo com Formoso et al (2017), a improvisação tem sido apresentada na literatura como algo natural ao ser humano, parte do cotidiano do trabalho, bem como importante fonte de aprimoramento e inovação, desde que seja realizada por pessoas experientes e qualificadas.

O uso de improvisação diante de situações adversas é consequência da necessidade da adaptação de regras (HALE; SWUSTE, 198). De acordo com Formoso et al. (2017), quando de conotação positiva, a improvisação pode ser uma fonte de criação e inovação para o conhecimento organizacional, sem deixar de considerar que pode ser uma fonte de ineficiência. Vera e Crossan (2005) afirmam que a improvisação é uma habilidade que requer o uso da criatividade e espontaneidade, com o intuito de possibilitar o alcance dos objetivos esperados para aquele trabalho.

Segundo Kondo (1991), a permissão do uso da criatividade aumenta os níveis de motivação do operário para o trabalho. Por isso, o referido autor propõe que os procedimentos sejam menos detalhados em contextos mais complexos, para que haja espaço para o uso da criatividade por parte do trabalhador. O mesmo afirma que, a partir do momento em que as metas (objetivos) e restrições estão claramente compreendidos, o trabalhador é capaz de definir de forma autônoma o melhor método do trabalho.

No entanto, também há uma conotação negativa para a improvisação. O *making-do*, por exemplo representa uma perda gerada por improvisação. Devido à alta incidência deste problema nos canteiros de obra, Formoso et al (2017) buscou identificar os diferentes tipos de *making-do* e as causas e consequências

associadas. Dentre as causas identificadas pelos autores, estão relacionadas a diversos problemas nas pré-condições, por vezes estabelecidas por meio do planejamento da produção. Estes problemas estão associados a falhas de:

- a) Acesso/mobilidade: movimentação dos trabalhadores no espaço disponível, bem como os meios ou caminhos utilizados por eles para se deslocarem;
- b) Ajuste de componentes: ajustes inesperados que sejam necessários para instalar componentes ou elementos de construção;
- c) Área de trabalho: adequação da área para executar uma tarefa e atividades de apoio;
- d) Armazenamento: disposição dos materiais e componentes em locais preparados para armazená-los;
- e) Equipamentos/Ferramentas: criação ou adaptação de equipamentos e ferramentas utilizadas na tarefa;
- f) Instalações provisórias: criação ou adaptação de instalações de água e eletricidade, para serem utilizadas na tarefa; e
- g) Proteção: disponibilização e boa condição dos equipamentos de proteção pessoal e coletiva.

Como consequência das improvisações ocasionadas pelos problemas citados, os mesmos autores destacaram: (a) a redução da qualidade; (b) retrabalho; (c) redução da produtividade reduzida; (d) redução da motivação para o trabalho; (d) desperdício de material; e (e) redução da segurança (FORMOSO et al., 2017).

A distinção destas duas conotações a respeito das ações de improvisação, discutida por Formoso et al. (2017), leva o entendimento de que parte delas é benéfica para a produção. Desta forma, a observação destas ações merece destaque, visto que podem levar a melhores práticas de trabalho, para serem posteriormente incorporadas e disseminadas às boas práticas da empresa (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; FORMOSO et al., 2017).

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, os padrões possuem algumas características que merecem destaque. Dentre as principais características dos padrões, segundo Imai (2014), destaca-se que:

- a) Representam a melhor, mais fácil e mais segura maneira de se fazer um trabalho;
- b) Demonstram a melhor forma de preservar o *know-how* e *expertise*;
- c) Fornecem uma maneira de medir o desempenho;
- d) Demonstram a relação entre causa e efeito;
- e) Fornecem uma base para a manutenção e a melhoria.

A criação de padrões como um conjunto de regras descritas em um procedimento operacional tem potencial para a redução da variabilidade, ao mesmo tempo em que tem repercussões positivas em outros aspectos do trabalho, tais como, qualidade do produto, produtividade, redução de desperdícios de custo e tempo, bem como na segurança.

Contudo, prescrever o trabalho por meio de regras rígidas, nem sempre é a melhor opção, principalmente quando estão inseridas em um ambiente sujeito à alta incerteza. A literatura destaca a necessidade de compor padrões flexíveis e que permitam a intervenção dos operadores quando necessário. Este capítulo discorreu a respeito da necessidade de dar autonomia aos operários ao menos em partes do trabalho.

Embora seja necessário o equilíbrio entre regras rígidas e flexíveis, é preciso entender os limites da obrigatoriedade e da autonomia dos operadores diante das regras. Liker e Meier (2008) apontam que um aspecto associado à elaboração de POPs que pode auxiliar no estabelecimento do equilíbrio é a identificação de parcelas críticas do trabalho (PCT).

A literatura aponta que as PCT são um conjunto de ações adotadas pelo trabalhador, baseadas no seu conhecimento tácito a respeito do trabalho, em busca das melhores práticas diretamente ligadas à redução da dificuldade das operações. Tais ações não estão associadas aos eventos triviais e podem ser introduzidas na operação por meio da experimentação por parte do próprio trabalhador. Além disso,

tais ações são consideradas críticas, pois têm repercussões positivas em importantes aspectos da produção, tais como: segurança, qualidade, produtividade e custos. No entanto, nem sempre são facilmente identificadas somente por meio de observação do trabalho, visto que são provenientes do conhecimento tácito e improvisações do trabalhador. Esse fato justifica os esforços desta pesquisa em caracterizar as PCTs na construção civil e em propor um método para identifica-las.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentado o método de pesquisa utilizado para a realização deste trabalho, destacando o contexto no qual a pesquisa está inserida, assim como a estratégia e o delineamento nela utilizados. Posteriormente, são apresentadas as etapas dos estudos desenvolvidos até aqui, bem como a descrição dos futuros estudos.

4.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

O *Design Science Research* (DSR) é uma abordagem de pesquisa que auxilia na resolução de problemas do mundo real cujas soluções visam a melhorar o desempenho do sistema em análise e têm caráter prescritivo (MARCH; SMITH, 1995). Tais soluções, produtos da pesquisa, são denominados artefatos descritos por March e Smith (1995) como sendo:

- a) Constructos: é um conjunto de conceitos com os quais podem ser caracterizados os fenômenos;
- b) Modelo: é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos, representando situações como problema e solução. Ele pode ser entendido como uma representação da realidade;
- c) Método: é um conjunto de passos usado para executar uma tarefa, podendo se basear em um conjunto de constructos e em uma representação (modelo) válida para um determinado contexto;
- d) Instanciação: é um conjunto de orientações ou regras que informam como implementar ou utilizar determinado artefato e seus possíveis resultados. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos, demonstrando a viabilidade e a eficácia destes.

O objetivo desta pesquisa é desenvolver um método para identificação das PCT para a padronização do trabalho na construção civil. Assim, adotou-se o DSR como abordagem de pesquisa.

Vaishnavi e Kuecler (2005) destacam a necessidade de avaliar o artefato resultante da DSR, atestando sua utilidade no contexto para o qual foi desenvolvido. Além do enfoque em soluções para problemas práticos, outro aspecto relevante

desta abordagem de pesquisa consiste na reflexão dos resultados encontrados de forma a se obter contribuições de carácter teórico (VAN AKEN, 2005).

Tendo em vista o propósito da DSR voltado à proposição de um artefato que resolva um problema de ordem prática e, ao mesmo tempo apresente contribuições teóricas, Lukka (2003) relaciona as etapas do processo da pesquisa construtiva. São elas: (a) encontrar um problema relevante com potencial para contribuição prática e teórica; (b) obter um profundo entendimento teórico e prático sobre o tema; (c) desenvolver uma solução para a classe de problema que tenha contribuição teórica; (d) avaliar, testar e refinar a solução proposta.

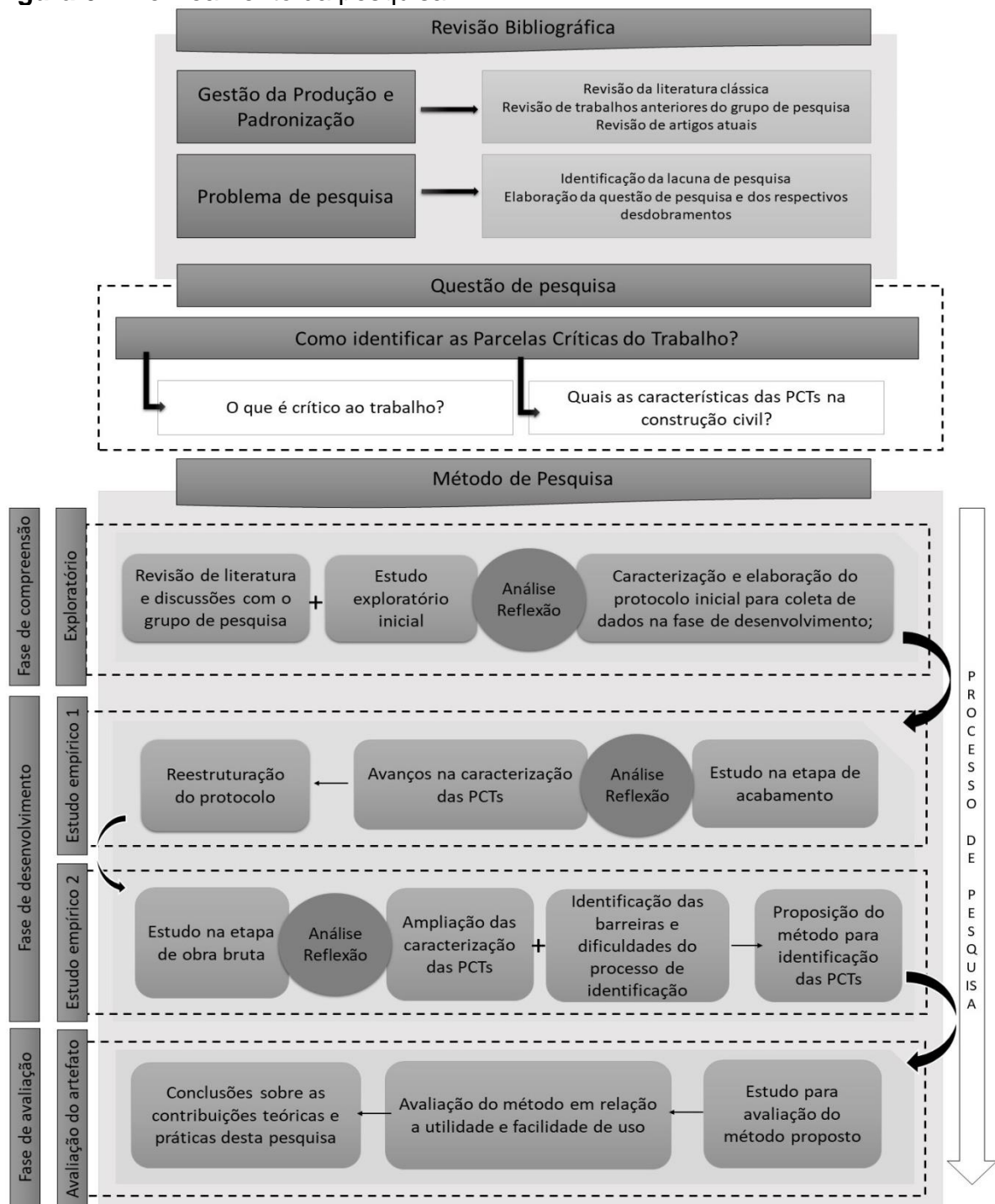
O delineamento da presente pesquisa está descrito na próxima sessão deste capítulo, de acordo com as etapas do processo descrito por Lukka (2003).

4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento desta pesquisa, assim como apresentado na Figura 7, iniciou-se a partir da revisão da literatura, que permitiu a identificação do problema de pesquisa (problema do mundo real com potencial para contribuição prática e teórica) e da questão cuja resposta possibilita a sua resolução.

Com o intuito de investigar como identificar PCT (questão principal), buscou-se inicialmente entender as características destas parcelas críticas, constituindo-se no primeiro desdobramento da questão de pesquisa. A fase de compreensão desta pesquisa (entendimento teórico e prático do tema) foi conduzida com o intuito de obter tal caracterização e se desenvolveu a partir das seguintes etapas: (a) revisão da literatura e discussão em grupo para definir os aspectos que levam a ações críticas dos operários; (b) estudo exploratório realizado em uma empresa especializada em montagem e instalação de móveis planejados, tendo os aspectos levantados na etapa anterior como ponto de partida para apoiar a coleta de dados; e (c) obtenção de um protocolo com a caracterização inicial das parcelas críticas do trabalho. Este protocolo foi construído a partir da análise e reflexão dos dados obtidos no estudo exploratório e foi utilizado para apoiar a coleta nos estudos empíricos na fase de desenvolvimento.

Figura 6 – Delineamento da pesquisa



Fonte: o autor

Para a fase de desenvolvimento, foram realizados dois estudos empíricos. A importância da realização destes dois estudos se deve ao fato da existência de contextos operacionais distintos nas diferentes fases da construção. Com os resultados obtidos, buscou-se consolidar o protocolo de caracterização das PCTs e elaborar um método para identificação destas parcelas na construção civil, útil para todas estas fases.

O estudo empírico 1 (EE1) foi realizado em atividades de acabamento (assentamento de revestimento cerâmico de pisos e paredes), com o objetivo principal de validar a transferência dos resultados obtidos no estudo anterior. A escolha por atividades de acabamento se justificou em função das semelhanças com a atividade de montagem e instalação de móveis planejados. Na construção civil, os serviços desta fase são os que mais se aproximam da montagem e instalação dos móveis, em termos de características de operações por ser fase de acabamento, cujo produto está em contato direto com o cliente. A similaridade destas atividades diz respeito não apenas aos requisitos de precisão dimensional, mas também de esmero na execução das tarefas, permitiram avaliar a replicação das evidências levantadas no estudo exploratório, ao caracterizar as PCTs naquele contexto.

Neste estudo, buscou-se avançar na caracterização das PCTs, contribuindo para avanços na consolidação do protocolo. Além disso, este estudo propiciou importantes percepções que contribuíram para a elaboração do método, artefato desta pesquisa.

O Estudo Empírico 2 (EE2) foi realizado em atividades da fase bruta da construção (montagem de forma de pilar). Este estudo foi realizado com o intuito de expandir o uso do protocolo a outras fases da construção. O objetivo deste estudo consistiu em identificar as PCTs relativas às atividades desta fase por meio protocolo desenvolvido a partir dos resultados da reflexão e análise do EE1. A importância de realizar outro estudo da mesma natureza, porém inserido em outro contexto operacional é verificar se as características das PCT identificadas são genéricas a qualquer atividade da construção, visto que há variações em suas naturezas. Dentre as variações identificadas estão os critérios de acabamento, em que a fase bruta possui menor rigor e a exposição dos operários a maiores riscos de acidentes, visto que estão em ambiente livre de confinamento, além de os componentes serem mais pesados e volumosos.

A partir deste estudo, buscou-se consolidar as respostas para os questionamentos respondidos no estudo anterior. A partir disto, foi possível responder à principal questão de pesquisa: Como identificar as PCTs para a padronização na construção civil?

Por fim, para a fase de avaliação do artefato, foi realizado um estudo de fechamento com o intuito de avaliar a utilidade e aplicabilidade do método proposto.

Este estudo foi realizado por um engenheiro civil que fazia parte do grupo de pesquisa, que acompanhou serviços de colocação de forro e instalação de bancada. Na oportunidade foram avaliados a clareza do método por meio da análise da utilidade e facilidade de uso. Nesta etapa também foram discutidas as contribuições teóricas desta pesquisa.

4.3 FONTES DE EVIDÊNCIAS

No que diz respeito à fonte de evidência observação, segundo Yin (2005), existem dois formatos: observação direta e observação participante. A observação direta é realizada a partir de uma postura imparcial e impessoal por parte do observador, em que o mesmo registra os fatos e eventos que são relevantes ao estudo proposto. Nesta pesquisa, a observação direta foi utilizada em todos os estudos.

A segunda ferramenta utilizada como fonte de evidência foi a entrevista. De acordo com Yin (2005), as entrevistas permitem que o pesquisador faça registro de dados e informações privilegiados, sob a perspectiva das pessoas que estão inseridas no contexto organizacional. O referido autor ressalta ainda que as entrevistas permitem à captação da percepção do entrevistado a respeito do fenômeno abordado. Outro aspecto positivo do uso de entrevistas refere-se às percepções devido à possibilidade de condução, abordando apenas assuntos de interesse, podendo ser empregados diferentes tipos de entrevistas: estruturadas, semiestruturadas e abertas.

Nesta pesquisa, foram feitas entrevistas com funcionários de maneira informal e aleatória sem a formulação prévia das questões a serem indagadas, caracterizando o tipo de entrevista não estruturada. O objetivo destas entrevistas era obter informações precisas sobre as operações que estavam sendo observadas. Além disso, os questionamentos feitos a eles auxiliavam o pesquisador a entender as ações praticadas por eles e o real propósito dessas ações. As entrevistas com os operários foram realizadas ao mesmo tempo que a observação direta, em que perguntas eram feitas com o intuito de entender o que não era passível de compreensão efetiva apenas por meio da observação.

O registro fotográfico foi a terceira ferramenta utilizada pelo pesquisador para a coleta dos dados no canteiro de obras. Segundo Yin (2005), obter imagens é uma forma segura de registrar as características de um estudo de caso, pois traduzem o contexto em que as atividades são realizadas de forma verossímil. Nesta pesquisa, utilizou-se o registro fotográfico como forma de registro das ações ligadas às PCTs.

4.4 FASE DE COMPREENSÃO

Conforme ilustrado na Figura 7, as etapas desta fase foram divididas da seguinte forma: revisão da literatura e discussão para definição dos aspectos que levam a ações críticas, realização do estudo exploratório em uma empresa especializada em montagem e instalação de móveis planejados e obtenção de um protocolo com a caracterização inicial das parcelas críticas do trabalho.

4.4.1 Revisão de Literatura e Discussões com o Grupo de Pesquisa

Inicialmente, por meio de uma revisão da literatura e de discussões com o grupo de pesquisa, composto por uma doutora, uma doutoranda, um mestrando e uma aluna de iniciação científica, buscou-se entender quais aspectos estavam relacionados aos itens críticos de um produto ou processo.

O ponto de partida para a identificação das PCTs foi a observação direta das ações ligadas ao conhecimento tácito do trabalhador, tais como, aquelas que representam melhores soluções operacionais, ligadas aos aspectos considerados críticos para o trabalho. A partir deste direcionamento, o pesquisador, auxiliado por uma doutoranda e uma aluna de iniciação científica, foi a campo com o intuito observar ações voltadas à garantia de tais aspectos, tomando-as como ações críticas que comporiam as PCTs

4.4.2 Estudo Exploratório

O estudo exploratório foi conduzido na empresa doravante denominada Empresa X (Londrina/PR), na atividade de montagem e instalação de móveis planejados. Este estudo se justifica a partir da constatação de similaridades entre as operações da montagem e instalação dos móveis e as da construção civil. Dentre as similaridades, destacam-se:

a) Uso de esmero nas operações realizadas, uma vez que se tratavam de acabamentos do produto e estão sujeitos à aceitação ou rejeição do cliente;

b) Necessidade de atendimento à precisão dimensional do produto, bem como conformidade com outras especificações que definem o desempenho esperado do produto, tais como, nível, prumo, características de acabamento, dentre outras;

c) Necessidade do alcance de aspectos da qualidade relacionados à confiabilidade e durabilidade do produto após a fase de execução;

d) Presença de elementos que dificultam a execução, tal como a limitação do espaço, posicionamento.

Além de todas as semelhanças citadas, cabe ressaltar que o confinamento das pessoas no ambiente onde são instalados e montados os móveis, facilita a observação das operações e coleta dos dados, tendo, então, como referência os aspectos críticos citados no tópico anterior.

4.4.2.1 A empresa: empresa X

A Empresa X é especializada em projeto, montagem e instalação de móveis planejados de alto padrão e atua no mercado desde o ano de 2008. Os serviços por ela prestados vão desde móveis para ambientes residenciais, assim como para contextos corporativos e comerciais. A empresa é responsável pelo desenvolvimento do produto, desde a etapa inicial de concepção do projeto, até a etapa final de montagem e instalação dos móveis.

4.4.2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada num período de 12 dias úteis de trabalho, em tempo integral. O pesquisador, uma doutoranda e uma aluna de iniciação científica, observaram a execução da montagem e instalação de: armários de cozinha, inclusive sob e sobre a bancada; 4 guarda-roupas; 1 cama retrátil; e 2 painéis paredes, totalizando 11 ciclos de processos. As montagens foram realizadas por uma equipe de 4 montadores e 1 ajudante. Estes funcionários foram entrevistados ao longo das observações, por meio de questionamentos que levavam ao entendimento do processo de montagem e instalação. A coleta permitiu a identificação de 12 situações, dentre as quais, após 6 situações foram consideradas críticas pelo pesquisador.

Portanto, as fontes de evidências utilizadas nesta etapa foram: observação, registro fotográfico e entrevistas informais durante o período de coleta. Durante a coleta foram registradas em caderno de campo as situações em que eram percebidas quaisquer ações com repercussões nos aspectos citados anteriormente. Tais registros foram captados por meio da dedução por parte do pesquisador nas observações dos montadores e/ou pela exposição por parte dos montadores.

4.4.2.3 Reflexão e análise dos dados

Após a coleta de dados, as questões indagadas na fase de reflexão e análise deste estudo foram:

- Por que a ação identificada é crítica?
- Qual característica desta ação a qualifica como crítica?

A partir disso, para cada registro identificado como uma PCT, o pesquisador, com o apoio do grupo de pesquisa, estabeleceu caracterizações que a qualificavam como tal. O primeiro questionamento visou a entender quais aspectos levantados na literatura atrelados àquela ação a tornavam crítica para o trabalho. A segunda pergunta pretendia entender as características que a qualificavam como críticas. Desta forma, por meio deste estudo, foi possível definir um quadro de caracterização inicial das PTC, respondendo em caráter temporário o primeiro desdobramento da questão de pesquisa: Quais as características definem o que é crítico?

Por fim, foi estabelecido um conjunto de categorias correlacionadas às características levantadas. Tais categorias foram estabelecidas de forma emergente, ou seja, foram estruturadas gradativamente ao longo dos estudos. Uma vez definidas essas ideias, formulou-se um protocolo com o objetivo de subsidiar a coleta de dados para os estudos posteriores, facilitando a identificação de ações da mesma natureza em estudos posteriores. Todos os registros foram discutidos durante as reuniões semanais do Grupo de Pesquisa.

4.4.2.4 Protocolo para coleta de dados

O protocolo de coleta de dados, desenvolvido durante fase de compreensão desta pesquisa, com base nos resultados do estudo exploratório, era composto por 8 categorias, subdivididas em evidências que foram observadas em campo. O protocolo, também considerado como um produto deste trabalho, foi utilizado como ferramenta para coleta de dados, constituindo-se um guia para as observações, entrevistas não estruturadas e registro fotográfico, que foram as fontes de evidências utilizadas nos EE1, primeira etapa da fase de desenvolvimento.

4.5 FASE DE DESENVOLVIMENTO

A fase de desenvolvimento desta pesquisa ficou dividida em 2 estudos empíricos (EE1 e EE2). Os dois estudos foram desenvolvidos em diferentes empreendimentos de empresas construtoras pertencentes ao mesmo grupo corporativo (Construtora Y e Construtora Z). A seguir, será apresentado a corporação, a qual pertencem as construtoras, onde foram realizados o EE1 e o EE2 desta pesquisa.

4.5.1 Caracterização da Construtora Y e Construtora Z

O grupo corporativo, no qual os estudos foram realizados, faz parte do setor da construção civil e atua na área desde 1965. Atualmente, o grupo está presente nas cidades de Londrina, Maringá, Curitiba e Campinas, cuja atuação se estende a outras cidades localizadas nestas regiões.

A Construtora Y e Z pertencem ao grupo e se diferem apenas pela linha de negócios em que atuam, no qual a segunda é voltada para o segmento de construção e comercialização de unidades habitacionais econômicas. Ambas são reconhecidas publicamente pela sua qualidade, credibilidade e solidez.

A Construtora Y já atuou em 12 estados brasileiros e, atualmente, possui obras em três estados diferentes. As construções por ela empreendidas são de variados tipos, tais como: construções industriais, usinas sulcroalcooleiras, edifícios corporativos, centros de distribuição, escolas e universidades, teatros e centros esportivos. A incorporação imobiliária é um dos grandes nichos nas quais esta empresa atua desde 1977.

As duas empresas são fortemente reconhecidas devido ao cumprimento de prazos de entrega de suas obras, tornando-as referência neste quesito. Por fim, outro ponto positivo da construtora refere-se a sua certificação de qualidade ISO 9001:2008 e classificação nível A do PBQP-H.

4.5.2 Estudo Empírico 1 – Operações de Acabamento

4.5.2.1 O empreendimento

O empreendimento A, no qual foi realizado o EE1 é um edifício residencial com 17 pavimentos tipo (Figura 8), sendo ele composto por quatro apartamentos.

Figura 7 – Projeto da fachada do empreendimento onde foi realizado o EE1



Fonte: Acervo da Construtora Y (2017)

A obra teve início em março de 2016 e no período de coleta de dados, realizado entre os meses de outubro e novembro de 2017, a obra se encontrava em fase de acabamento.

Figura 8 – Projeto do pavimento tipo com o detalhamento dos pilares e a divisão das fases de execução



Fonte: Acervo da Construtora Y (2016)

4.5.2.2 Coleta de dados

Na oportunidade foram acompanhados os serviços de assentamento de piso e azulejo. O pesquisador, auxiliado por um aluno de iniciação científica, acompanhou os operadores responsáveis pelos serviços citados por um período de três semanas, totalizando 15 dias úteis de trabalho. No início da coleta, a atividade já estava em fase avançada e, por isso, os operadores já haviam realizado as mesmas operações repetidas vezes.

Havia quatro operários executando tais serviços, dos quais dois pertenciam a própria empresa e por isso possuíam um ajudante, enquanto que os outros dois eram contratados por uma empreiteira, motivo pelo qual não contavam com o auxílio de ajudantes. Todos os operários responsáveis pelo serviço possuíam pelo menos 8 anos de experiência com assentamento de piso e azulejo e apresentavam domínio e habilidade necessária para as operações de assentamento de piso e azulejo.

O lote de produção para assentamento de piso e azulejo era um apartamento, ou seja, o mesmo operador realizava a execução das duas atividades para um apartamento todo. Sendo assim, um lote de produção da atividade era composto pela execução de piso na cozinha, área de serviço, lavabo, banheiro social e banheiro da suíte, totalizando 38,5m², bem como a execução do azulejo da parede da cozinha, área de serviço, banheiro social e banheiro da suíte, totalizando 35m². Nem todas as paredes destes cômodos eram revestidas com azulejo. O material utilizado para a execução de todos os pisos e do azulejo do banheiro social e da suíte foi o mesmo porcelanato com dimensões de 50x50cm. Já para as paredes da cozinha e área de serviço, foram instaladas peças cerâmicas com dimensões de 29,6x40cm.

Durante o período de coleta de dados, foram coletadas 45 situações, dentre as quais 14 foram qualificadas como PCT. Tais situações emergiram a partir da observação de 8 ciclos completos e 3 incompletos de assentamento de azulejo e piso, realizado por 4 operadores. Sendo assim, foram observadas a execução de aproximadamente 311m² de piso e 280m² de azulejos. Foram coletadas 14 situações ao longo de todo o processo.

4.5.2.3 Reflexão, análise dos dados e evoluções do EE1

Nesta etapa realizou-se a mesma reflexão do estudo anterior. A partir destas reflexões foi possível abstrair novas características e constructos comuns entre os relatos, para identificação das PCTs, com base na descrição dos fatos qualificados como críticos.

Uma reflexão acerca dos resultados do EE1 ocasionou o refinamento do protocolo a ser utilizado no EE2. Na etapa de análise, o pesquisador buscou correlacionar as características e categorias de PTC oriundas da etapa anterior, efetuando os ajustes necessários na caracterização e na composição do protocolo. Desta forma, vislumbrou-se evoluções em relação à caracterização das PTC e do protocolo para identificação de tais parcelas, desenvolvidos na fase anterior, respondendo a seguinte questão:

- O que é a PCT?
- Quais as características destas parcelas do trabalho?

Por fim, com base nas reflexões e análises deste estudo, foi possível obter indícios importantes para a elaboração do método para identificação das PCTs.

4.5.3 Estudo Empírico 2 – Operações da Fase Bruta

4.5.3.1 O empreendimento

O empreendimento em que foram realizadas as coletas também pertencem à Construtora Z, na cidade de Londrina/PR. Ao final do estudo, foram apresentados os avanços em relação a caracterização e estrutura do protocolo, que serviram de suporte para a elaboração da identificação das PCTs.

O empreendimento B, onde foi realizado o EE2 é um edifício residencial com 25 pavimentos tipo (Figura 10), sendo ele composto por oito apartamentos. A obra teve início em junho de 2017 e no período de coleta de dados, realizado entre os meses de fevereiro e março de 2018, a obra se encontrava na fase final da estrutura.

Figura 9 – Projeto da fachada do empreendimento onde foi realizado o EE2



Fonte: Acervo Construtora Z

4.5.3.2 Coleta de dados

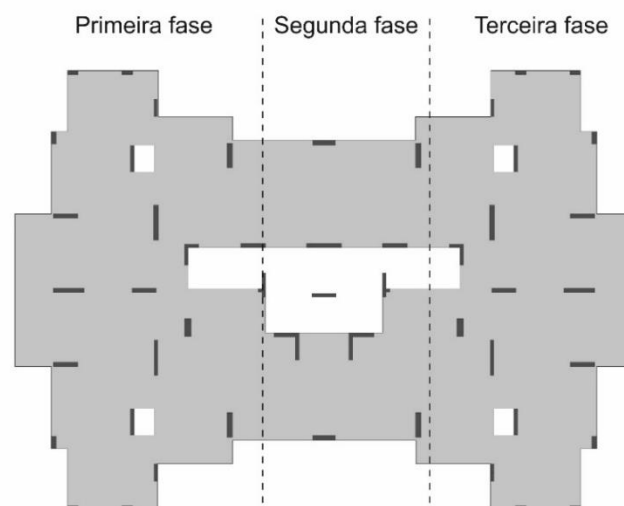
Para este estudo, foi acompanhado o serviço de montagem de formas de pilar. O pesquisador acompanhou a equipe de carpinteiros por um período de 3 semanas, apenas nos dias em que havia montagem de formas, totalizando 7 dias

úteis de trabalho. Vale salientar que, assim como no EE1, no início da coleta deste estudo, o serviço já estava no 21º pavimento e, por isso, os operadores já haviam realizado a mesma operação repetidas vezes.

Havia uma equipe com 11 operários executando este serviço, todos contratados pela própria construtora. A maioria dos operários responsáveis pelo serviço possuíam experiência e habilidade relativas às operações de carpintaria, sendo apenas 2 deles com menos de 1,5 anos de atuação como carpinteiro, enquanto que todos os outros já possuíam de 4 a 18 anos de experiência nesta função.

O pavimento possuía 51 pilares no total, cuja produção era dividida em 3 diferentes fases (Figura 11). A quantidade de pilares em cada fase variava de acordo com as etapas de concretagem a laje. Sendo assim, um lote de produção da atividade era composto pela quantidade de pilares referente à fase de execução, variando de 11 a 21 pilares. As formas eram de madeira e os painéis previamente estruturados para a montagem. Havia variação nas dimensões e formato da forma, o que gerava pequenas diferenças nas operações de montagem.

Figura 10 – Pavimento tipo dividida nas fases de montagem das formas dos pilares



Fonte: Adaptado do acervo do Empreendimento B

Durante o período de coleta de dados, foram acompanhados 2 ciclos completos de montagem de formas do pavimento tipo. Sendo assim, foram observadas a execução de aproximadamente 102 pilares. Durante o período de

coleta de dados, foram coletadas 17 situações, dentre as quais 5 foram qualificadas como PCT.

4.5.3.3 Reflexão, análise dos dados e evoluções do EE2

Nesta etapa realizou-se a mesma reflexão do estudo anterior. Durante a análise dos resultados, o pesquisador buscou correlacionar as características e constructos abstraídos na etapa anterior, com o intuito de consolidar as caracterizações. Além disso, foram descritas as contribuições deste estudo com relação à elaboração do método para identificação das PCTs.

A partir de todos os resultados levantados e das discussões a respeito, foi proposto um método para identificação das parcelas críticas do trabalho. Ao definir um método para a identificação das parcelas críticas do trabalho, busca-se responder à questão principal desta pesquisa:

- Como identificar as parcelas críticas do trabalho?

4.5.4 Criação do Método para Identificação das PCTs

O método proposto possui um caráter universal, visto que se foi desenvolvido com base em estudos realizados em diferentes fases da construção. Isto faz com que ele seja adequado para o setor, uma vez que permite a identificação das PCTs em diferentes momentos da construção.

4.6 FASE DE AVALIAÇÃO

Na fase de avaliação, o método para identificação das PCTs, formulado a partir dos resultados obtidos nos dois estudos da fase de desenvolvimento, foi avaliado a partir de um estudo de validação. O objetivo principal foi avaliar se o método estava claro e se permitia a identificação das PTCs por um profissional da área, diferente do pesquisador. Este estudo foi realizado em junho de 2018 por um

outro aluno de mestrado, com formação em engenharia civil, membro do Grupo de Pesquisa.

Para tal avaliação, foram acompanhados os serviços de execução de forro de gesso e instalação de bancadas de mármore no Empreendimento B, local em que ocorreu o EE2. Ambos os serviços foram acompanhados ao mesmo tempo pelo mestrando, durante 3 dias consecutivos de trabalho.

Avaliou-se a aplicabilidade do método, por meio de uma reunião com a participação do pesquisador, do avaliador e de uma doutora. Durante a reunião discutiu-se a respeito da facilidade do uso do método a partir da avaliação da compreensão das etapas do método por parte do avaliador, verificando se haviam sido aplicadas corretamente e houve dúvidas ao aplica-lo.

Avaliou-se também a utilidade do método, a partir de uma análise da adequação da sequência das etapas do método, sendo elas, preliminar, de análise inicial e final para identificação das PCT. Para avaliar a utilidade do método, buscou-se responder aos seguintes questionamentos:

- O método permite identificar boas práticas que poderiam ser disseminadas?
- As práticas identificadas podem ser consideradas PCTs?
- O método permite a externalização do conhecimento dos operários em relação aos objetivos do trabalho?

Esta análise se pautou em compreender a real necessidade de cada etapa, para a obtenção dos resultados esperados, que também foi um dos itens analisados durante a avaliação. O objetivo desta reunião era de avaliar se o método conduzia para a identificação das PCT, assim como proporcionar melhorias na estruturação e informações contidas no método.

Por fim, realizou-se uma análise e reflexão a partir da avaliação, buscando complementar o método com a partir das falhas detectadas, destacando a contribuição teórica do trabalho, bem como o método final proposto após a avaliação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos ao longo da pesquisa, por meio da descrição das reflexões e discussões acerca dos dados obtidos. Os resultados serão apresentados segundo as etapas descritas no delineamento do método da pesquisa.

5.1 ETAPA DE COMPREENSÃO – ESTUDO EXPLORATÓRIO

Nesta sessão, são apresentados na seguinte ordem: resultados e reflexões do estudo exploratório e discussão dos resultados para caracterização inicial das parcelas críticas do trabalho e elaboração do protocolo para coleta de dados.

5.1.1 Resultados e Reflexões do Estudo Exploratório

O processo de montagem e instalação se iniciava a partir da organização do ambientes, em que todas as peças de determinado móvel eram levadas até o local onde seria montado. A montagem e instalação era realizada pelo mesmo montador desde o início, com a confecção das bases e estruturação do armário, até o final, com a colocação das vistas e instalação das portas e gavetas, caso houvesse.

Dentro deste processo, o primeiro aspecto observado pelo pesquisador diz respeito à qualidade do produto, visto que se trata de alto padrão. Além disso, a preocupação com a melhoria da qualidade do produto neste contexto, assim como em outros, tem implicação positiva na produtividade dos montadores e no custo do produto final.

A primeira situação observada durante a montagem e instalação dos móveis foi em relação a peças robustas que estão em balanço. Por estarem instaladas sob esta condição, necessitam de reforço em seus apoios. Tais peças podem ser reforçadas por meio de encaixes de madeira com fixação interna (Figura 12). Este tipo de ligação contribui para a durabilidade e estabilidade do produto sem prejuízo o visual. Embora o aspecto que levou a tal observação seja o alcance da qualidade do produto, detectou-se que esta ação também tem influência direta na segurança

durante a fase de utilização do produto, associada, também, à confiabilidade e desempenho na utilização do produto no uso, conforme Campos (2004).

Figura 11 – Tarugo instalado para reforçar a fixação da peça em balanço



Fonte: o autor

Portanto, ações para reforçar a fixação das peças submetidas a maiores esforços, como o caso das peças que estão em balanço (Figura 15), por meio de técnicas alternativas de ligação entre as peças, como o encaixe de madeira não aparente, podem ser consideradas PCTs. Isso poderia ser considerada, aparentemente, uma decisão de projeto. Porém, foi estabelecida mediante problemas vivenciados pelo operador que determinaram uma operação eficaz. A eficácia comprovada desta operação poderia resultar em uma especificação de projeto que deveria orientar as operações dos montadores após esta operação. Portanto, isso poderia ser considerada, aparentemente, uma decisão de projeto.

Figura 12 – Peça em balanço instalada com o reforço interno



Fonte: o autor

Identificou-se ainda outra situação relacionada aos requisitos de qualidade do produto. A ação consistia na fixação de um tarugo de madeira na base rente ao

piso, como peça auxiliar para o apoio metálico fixado na base (Figura 14). Este reforço faz com que o armário tenha uma durabilidade maior, levando o produto à uma vida útil mais prolongada. Portanto, por ter influências diretas na qualidade do produto, esta ação pode ser considerada como PCT.

Figura 13 – Reforço do apoio da base com o auxílio de um tarugo de madeira



Fonte: o autor

Esta ação foi identificada durante a montagem de armários mais altos, cujo uso era destinado ao armazenamento de objetos mais pesados, como por exemplo, peças de louça. Assim como detectado na situação anterior, esta também é uma decisão que deveria estar destacada em projeto para evitar que o montador deixe de executar esta ação, visto que tem influência sobre os requisitos de desempenho do produto.

Ainda com relação aos aspectos de qualidade do produto, os montadores relataram que os parafusos devem ser escondidos por elementos do próprio armário (divisórias internas, gaveteiros), evitando-se o uso de tapa-furos para isso. Ao instalar a estrutura dos móveis, o montador é quem toma a decisão dos locais em que fará a fixação com parafusos. No entanto, para o alcance da especificação de evitar o uso de tapa furos, o montador preocupa-se em fazer o uso de parafusos nas alturas em que as prateleiras internas seriam colocadas.

Portanto, parafusar apenas em locais que poderão ser escondidos por prateleiras ou outras peças internas do próprio produto pode ser considerado crítico para o trabalho. Tal ação tem como objetivo melhorar a qualidade do produto em relação ao acabamento e estética do produto.

Quanto às portas e gavetas de todos os móveis, notou-se a preocupação com a simulação do uso do produto para verificar a abertura e fechamento das mesmas, garantindo que tais dispositivos estejam corretamente regulados e instalados (Figura 15). Tal verificação e ajustes buscam a garantia de que não ocorra dificuldade de abertura e fechamento ou problemas com dispositivo de freio, buscando então o bom desempenho em relação a funcionalidade do produto para o cliente. Além disso, fazer a simulação do uso, faz com que apareçam problemas que poderiam expor o usuário a riscos durante o uso do produto.

Figura 14 – Execução de ajustes para correção de falhas na abertura da porta identificadas por meio da simulação



Fonte: o autor

Portanto, ações de simulação do uso, também encaradas como inspeção do correto funcionamento do produto podem ser consideradas críticas por ter influência direta no desempenho do produto e segurança do usuário. Além do mais, evita a necessidade de ajustes posteriores ao término do serviço, já que a empresa fornece garantia ao cliente, caso ocorram problemas com o produto.

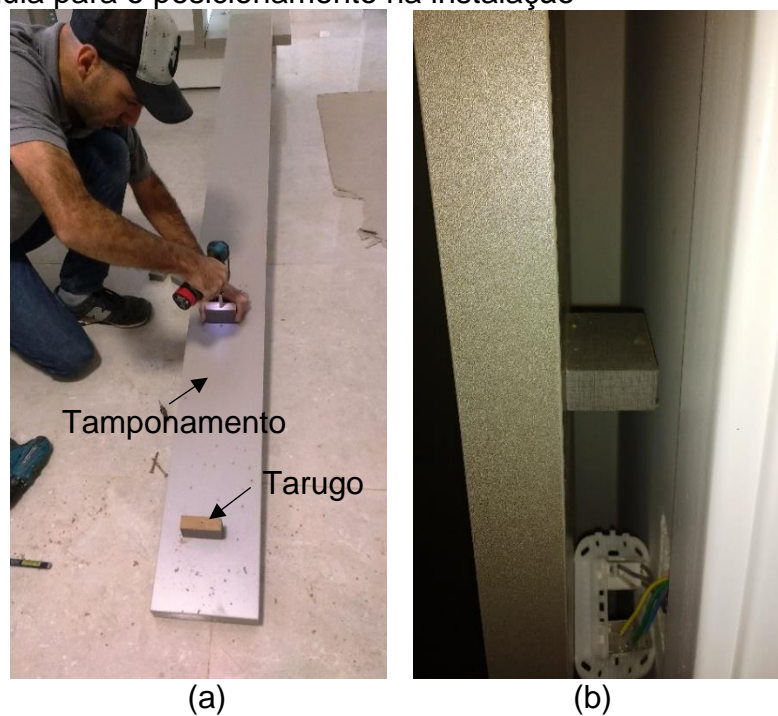
Outro aspecto identificado como crítico na revisão da literatura (tópico 4.3) diz respeito à produtividade da mão de obra. Foram realizadas ações com o intuito de melhorar este aspecto na instalação das vistas⁶. Em virtude da limitação do

⁶ Peças utilizadas para acabamento lateral, superior e inferior dos armários.

espaço, os montadores despendem tempo excessivo para a instalação das vistas devido à dificuldade de posicionamento e manuseio da peça no local em que será instalada.

Para reduzir a dificuldade da execução desta ação, os montadores fixam tarugos no tamponamento (Figura 16a) como guias para apoiar a vista (Figura 16b). De acordo com o operário, esta técnica foi desenvolvida por ele, com base em experiências anteriores. Por facilitar a instalação da vista, o operário utiliza um tempo menor para a execução desta tarefa, acarretando em melhorias na produtividade do serviço. Portanto, por ter influência na melhoria da produtividade, considera-se tal ação uma PCT. A mesma tarefa era realizada por outro operário sem a fixação dos tarugos. Além da dificuldade para a execução desta etapa ter sido mais acentuada, ela ocasionava retrabalho, uma vez que devido à limitação do espaço, o operador não conseguia encaixa-la da maneira correta logo na primeira execução.

Figura 15 – (a) Fixação de tarugos no tamponamento; e (b) Tarugo utilizado como guia para o posicionamento na instalação



Fonte: o autor

Com relação ao aspecto relacionado aos custos, na etapa de acabamento do produto notou-se a necessidade de cuidados com ajustes das vistas para que

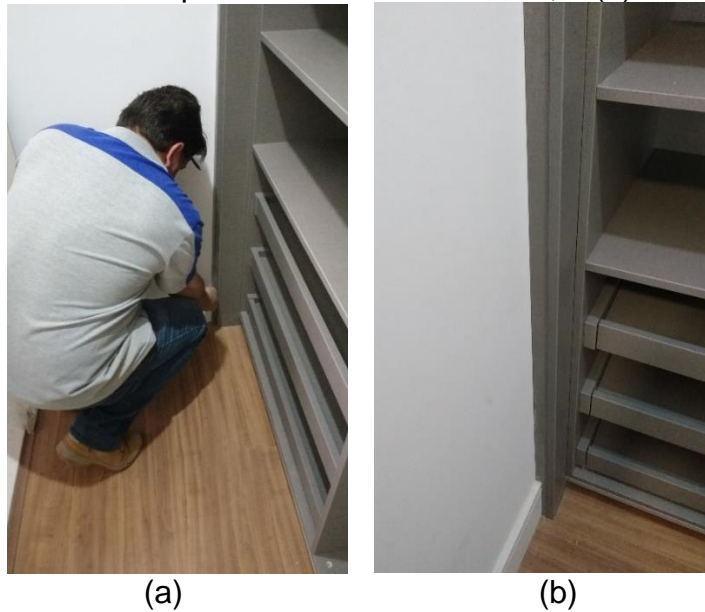
fiquem perfeitamente encaixadas e sem qualquer folga ou abertura visualmente perceptível. Se a peça for ajustada de forma que fique menor do que o necessário, por ser única, perde-se aquele material e uma nova peça deve ser solicitada à fábrica, gerando maiores custos e desajustes no tempo de montagem. Desta forma, simular o posicionamento da peça na medida em que são feitos os ajustes com a serra e com a aplanadora (Figura 17), auxilia para o alcance do ajuste perfeito das vistas (Figura 18), evitando eventuais perdas.

Figura 16 – Ajustes na vista com o auxílio da aplanadora



Fonte: o autor

Figura 17 – (a) Destreza do operador ao instalar a vista; e (b) vista finalizada



Fonte: o autor

Além das contribuições para o bom acabamento do produto, como requisito de conformidade, os montadores relataram que o bom ajuste contribui para o travamento do armário, o que implica na melhoria da durabilidade do produto.

Portanto, esta ação é considerada crítica por ter influência direta na qualidade, em relação à conformidade com a estética e durabilidade do produto, além de evitar a perda de material, uma vez que são feitas as simulações no local.

Em relação à segurança do operário, descrito no tópico 4.2 desta pesquisa, não foram observadas ações críticas durante o estudo exploratório. Com base na literatura e nas discussões do Grupo de Pesquisa, parcelas do trabalho ligadas à segurança foram mencionadas como uma evidência importante para identificar uma PCT.

Da mesma forma, embora ações voltadas a melhorias do *layout* do posto de trabalho com melhor disponibilidade de espaço não tenham sido detectadas neste estudo, levantou-se em discussões do Grupo de Pesquisa, que tais melhorias também representam um fator importante para redução de dificuldades de movimentação no trabalho e, portanto, permitem a identificação de PCT.

No Quadro 3, está apresentada a síntese dos dados coletados durante o estudo exploratório, onde constam a causa pelo qual a parcela foi considerada crítica, assim como as características a ela relacionadas. A partir daí, definiu-se uma categoria atrelada a esta parcela para, posteriormente, elaborar um protocolo que permita a observação de ações da mesma natureza em outros contextos.

Quadro 3 – Síntese dos dados coletados durante o estudo exploratório

Parcela crítica	Por que a parcela é crítica?	Características	Categoria de PCT
Reforçar a fixação das peças em balanço	Visa contribuir para o alcance da qualidade do produto em relação à durabilidade, visto que reduz a probabilidade do aparecimento de falhas recorrentes do produto. Para que haja tal contribuição é necessário reforçar a ligação entre as peças para melhorar a estabilidade do armário. Além disso, tal ação gera benefícios à segurança durante o uso do produto.	Contribui para o alcance das especificações de desempenho em relação aos à durabilidade do produto	Cuidados para alcance das especificações de desempenho do produto
		Contribuem com a segurança no uso do produto	Segurança no uso do produto

(continua)

(continuação)

Parcela crítica	Por que a parcela é crítica?	Características	Categoria de PCT
Esconder furos na altura das prateleiras ou outras peças do produto.	Visa à melhoria da estética, visto que é um dos requisitos de conformidade da empresa	Contribui para o alcance das especificações de desempenho em relação aos requisitos de conformidade com a estética do produto	Cuidados para alcance das especificações de desempenho do produto
		Ocorre repetidas vezes em mais de um ciclo do trabalho	Repetição
Fazer simulações do uso do produto, a fim de testar se está funcionando corretamente	Visa à garantia de que o produto tenha o desempenho esperado, buscando a confiabilidade do produto para adequação ao uso. Ao fazer uma simulação do uso, tem-se uma oportunidade de fazer os ajustes necessários, evitando retrabalhos.	Simulações para verificar o desempenho, buscando a confiabilidade e segurança do uso do produto	Simulação do uso do produto
		Contribui para a segurança do usuário na fase de uso do produto	Segurança do produto no uso
Fixar tarugos no tamponamento como guias para agilizar o posicionamento e fixação das vistas	Visa à redução da dificuldade de instalação da peça, devido à limitação de espaço do local. Isto faz com que o tempo despendido para a execução da tarefa seja menor, o que leva a melhorias na produtividade do serviço.	Reduz a dificuldade de execução por meio de técnicas desenvolvidas pelos operários	Redução da dificuldade
		Evita a ocorrência de retrabalho	Redução de perdas por retrabalho
		Ocorre repetidas vezes em mais de um ciclo do trabalho	Repetição
Simular a peça no local à medida que faz ajustes na peça com equipamentos de corte	Visa à melhoria do aspecto visual que o cliente espera do produto, bem como a garantia do seu travamento no local de instalação, impossibilitando pequenos deslocamentos da peça durante a fase de uso prejudicando a durabilidade do produto.	Buscam precisão dimensional em partes do produto com o auxílio de simulação.	Uso de estratégias para garantir precisão dimensional
		Evita a ocorrência de retrabalho	Redução de perdas por retrabalho
Reforçar o apoio da base do armário com tarugos de madeira	Visa ao prolongamento da vida útil do produto, evitando que o armário tenha qualquer tipo de problema relacionado a possíveis deformações da base, contribuindo para a durabilidade do produto.	Contribui para o alcance das especificações de desempenho do produto quanto à durabilidade do produto	Cuidados para alcance das especificações de desempenho do produto

Fonte: o autor

5.1.4 Discussão dos Resultados

Ao longo do estudo exploratório foram detectadas ações que levavam aos propósitos de atendimento da qualidade, da segurança do operário, melhoria da produtividade, redução de custos e que não constavam no projeto. Por vezes, trabalhadores detectavam uma forma eficaz de atingir estes propósitos e passavam a praticar determinadas ações de forma individual, sem disseminá-las ao grupo. Ações que levavam a estes propósitos e não constavam em procedimentos padronizados e projetos, foram identificadas para que sejam devidamente incorporadas nestes documentos orientativos, visando eliminar a possibilidade de erros que possam comprometer os propósitos mencionados.

Duas das ações que foram observadas representavam uma decisão de projeto. Estas ações dizem respeito ao reforço do apoio da base do armário com tarugos de madeira e o reforço na fixação das peças em balanço. Porém, foi estabelecida mediante problemas vivenciados pelo operador que determinaram uma operação eficaz. A eficácia comprovada desta operação resultou em uma especificação de projeto que deveria orientar as operações dos montadores dali em diante. Para este tipo de atividade, determinadas operações exigidas do montador devem ser induzidas pelo projeto.

Outra importante análise realizada a partir dos resultados do estudo exploratório, diz respeito ao objetivo da execução de tais ações, que visavam reduzir a dificuldade na execução do trabalho de forma eficaz, por meio de soluções aplicadas pelos trabalhadores com base em experiências vividas em situações anteriores.

Desta forma o estudo na empresa de montagem e instalação de móveis contribuiu para a percepção de algumas características das PCTs. Tais características foram identificadas a partir das reflexões realizadas durante o estudo exploratório, que estão sintetizadas no Quadro 3. A partir destes resultados, o pesquisador elencou as principais características correlacionadas as PCTs, que estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Caracterização das parcelas críticas

Características das parcelas críticas do trabalho	
1	Ocorrem repetidas vezes em mais de um ciclo do trabalho
2	Buscam precisão dimensional em partes do produto que necessitam de exatidão por meio da simulação da peça no local.
3	Simulam com o intuito de verificar a funcionalidade e segurança do produto na fase de uso
4	Reduz a dificuldade por meio da execução de técnicas diferentes das comumente utilizadas, desenvolvidas pelo próprio operário
5	Contribuem para o alcance das especificações de desempenho do produto, em relação à durabilidade, confiabilidade e conformidade do produto.
6	Buscam reduzir as perdas por retrabalho, ocasionando a redução de perdas de matéria-prima e tempo
7	Contribuem com a segurança do usuário na fase de uso do produto

Fonte: o autor

Com base nas características evidenciadas e nas discussões do Grupo de Pesquisa, elaborou-se um protocolo para identificação de ações da mesma natureza no estudo posterior. Este protocolo, apresentado no Quadro 6, é composto por categorias e evidências que permitem a identificação das PCTs em outros contextos.

Quadro 5 – Protocolo para identificação das parcelas críticas do trabalho

	Categoria de PCT	Evidências
1	Repetição	O operário repete determinadas ações ao longo de todo o processo.
2	Uso de estratégia para precisão dimensional	O operário faz a simulação da peça no local em que será utilizada como forma de garantir a precisão dimensional.
3	Simulação do uso do produto	O operário faz simulações para verificar o desempenho ou segurança no uso do produto ao longo de sua vida útil, além de evitar perdas.
4	Redução da dificuldade	O operário executa a operação a partir de técnicas diferentes das comumente utilizadas para facilitar a ação.
5	Cuidado especial para alcance da qualidade	O operário executa determinadas ações com o intuito de alcançar as especificações de qualidade da empresa em relação ao produto.
6	Redução de retrabalho	Existem ações que geram frequentes retrabalhos, ocasionando a perda de matéria-prima e tempo
7	Segurança	Ações que garantem a segurança do usuário no uso do produto.

Fonte: o autor

5.2 ETAPA DE DESENVOLVIMENTO

Nesta seção, são apresentados os dados referentes à etapa de desenvolvimento desta pesquisa, da seguinte forma: I) resultados e discussões do EE1; II) resultados e discussões do EE2; III) criação de um Método para Identificação das PCTs; IV) avaliação do método proposto; e V) melhorias percebidas a partir da avaliação.

5.2.1 Resultados EE 1

Durante o EE1 o serviço acompanhado foi o de assentamento de piso e azulejo. Todo o material necessário para a execução do serviço era disponibilizado em quantidade correta em um ambiente central do apartamento. Dentre os materiais disponibilizados estavam as peças cerâmicas, porcelanatos e argamassa colante. Além disso, cada operário responsável pela execução possuía um equipamento específico para cortes das peças e outras ferramentas necessárias para o assentamento, tais como martelo de borracha,, espaçadores, trena, prumo, nível, lápis e linha para marcação. Por fim, o serviço iniciava posteriormente a conferência da da planicidade do contra piso e execução da camada de regularização, quando necessário, com o objetivo de evitar paradas ou retrabalho durante a execução do serviço.

Nesta sessão, são apresentados os relatos observados durante a execução deste serviço, com o auxílio do protocolo elaborado ao final do estudo anterior. Durante o EE1, foram evidenciadas 14 situações caracterizadas como críticas para o trabalho, de acordo com as categorias do protocolo. Os detalhes de cada uma serão apresentados, juntamente com uma discussão a respeito dos resultados obtidos.

5.2.1.1 Repetição

A evidência considerada para a identificação deste item do protocolo foi a repetição de determinadas ações por parte dos operários ao longo do processo. Os casos observados foram:

- a) Demarcação no piso indicando a direção de assentamento.

Para serem assentados na mesma direção, o fabricante faz a indicação no verso do piso. O operário deve escolher em qual direção irá assentar o piso e transferir a marcação para a superfície da peça. Esta ação é realizada para garantir que as peças sejam assentadas corretamente, evitando erros que possivelmente ocasionarão retrabalho devido à incompatibilidade de dimensões entre peças, reduzindo a produtividade do operário. A marcação feita pelo operador passa ser guia para o assentamento, já que se perde a indicação da direção correta após passar a argamassa no verso no piso. Transferir a marcação da direção no piso para a superfície faz com que a direção continue visível até o seu assentamento, facilitando o processo do trabalho e evitando a ocorrência de retrabalho.

b) Simulação das peças no local onde serão assentadas após serem recortadas e antes de passar a argamassa.

O operador repete tal ação durante todo o processo. O motivo desta simulação é garantir que a peça recortada se encaixe perfeitamente no local, tendo em vista o espaço disponível (Figura 19). Esta ação deve ser realizada antes de passar a argamassa na peça, pois se houver necessidade de ajustes, isso ocasionará dificuldade de manuseio ou necessidade da retirada de argamassa da peça, demandando maior tempo para a execução da tarefa.

Figura 18 – Simulação para verificação do furo do ponto hidráulico



Fonte: o autor

No entanto, ações de verificações voltadas à: (a) conferência de esquadro; (b) planicidade; (c) verificação da aderência da camada de regularização; (d) equivalência da codificação dos lotes do piso; (e) verificação de presença de manchas de ferrugem ou de lavagem; (f) pulverulência e/ou eflorescência; dentre

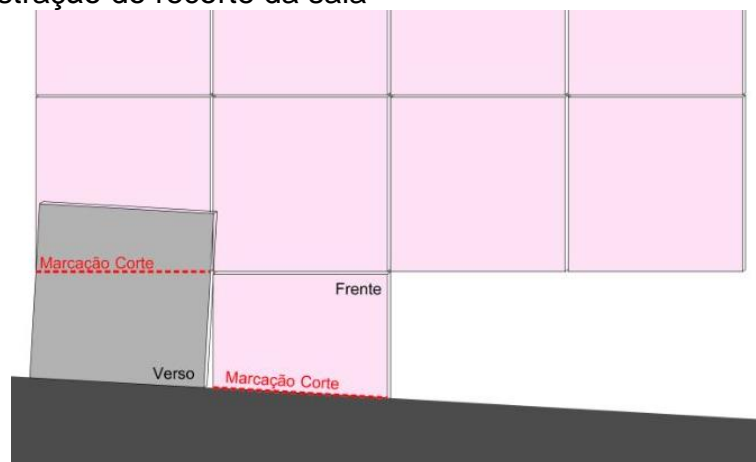
outras condições de limpeza da superfície são normativas estabelecidas pela ABNT NBR 13753/1996, norma que regulamenta o procedimento para o revestimento cerâmico. Portanto, não são consideradas críticas, visto que fazem parte das boas práticas do serviço, devendo ser obrigatoriamente disseminadas aos operários.

Por outro lado, ações que visam a facilitar as ações de verificação, buscando que elas sejam realizadas de forma eficiente e com repercussões positivas no processo, são consideradas críticas, já que facilitam a ação de verificação, que buscam precaver o alcance da conformidade com as especificações o produto.

c) Execução de recortes das peças da saia por meio de simulação.

Esta situação diz respeito à marcação da linha de recortes das peças da saia. Em área cujo piso tem inclinação, a peça colocada na saia precisa necessariamente seguir a declividade do piso. Para garantir que o recorte não tenha erros e para facilitar e tornar mais rápido o processo de marcação da linha de corte, os operadores colocam as peças no local de instalação de ponta cabeça e com a superfície da peça cerâmica que ficará aparente voltada para a parede. A partir dessa operação, o operador marca um ponto na altura das duas extremidades do piso, que devido à inclinação, serão de alturas diferentes. Feito isso, uma reta ligando os dois pontos, cria a linha de corte (Figura 20). O ato de virar de costas e de ponta cabeça garante que a peça seja demarcada com precisão dimensional, de acordo com a inclinação do piso, contribuindo para a facilitação da ação.

Figura 19 – Ilustração do recorte da saia



Fonte: o autor

No Quadro 6, estão apresentadas sucintamente os relatos observados a partir da repetição das ações. Também são apresentados os constructos abstraídos

com base nas características identificadas, cuja função é permitir a identificação de ações da mesma natureza em outros serviços. Tal constructo refere-se a uma definição conceitual que, segundo March e Smith (1995), permite a caracterização de um fenômeno. Os constructos podem, ainda, se subdividir em desdobramentos para propiciar a identificação de situações em campo, dando respaldo à identificação das características que definem as PCTs.

Quadro 6 – Características e constructos intrínsecos aos relatos de “Repetição”

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(a) Demarcar o piso para assentá-los na mesma direção	Repetem-se com frequência ao longo do processo	Repetição	Repetição frequente da ação ao longo de todo o ciclo do processo
	Buscam alcançar as especificações de qualidade da empresa em relação conformidade com as especificações de qualidade do produto	Precaução	Precaução para alcance do desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade
	Buscam facilitar a execução da operação por meio de uso de técnicas diferentes desenvolvidas pelos próprios operários	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de técnicas alternativas às comumente utilizadas
(b) Simular as peças recortadas no local do assentamento	Repetem-se com frequência ao longo do processo	Repetição	Repetição frequente da ação ao longo de todo o ciclo do processo
	Evitam frequentes retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e material	Precaução	Precaução para evitar retrabalho
	Buscam a precisão dimensional por meio da verificação por simulação	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de estratégias para garantir a precisão dimensional
(c) Fazer recortes das peças da saia por meio de simulação	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
	Buscam facilitar a execução da operação por meio de uso de técnicas diferentes desenvolvidas pelos próprios operários	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de técnicas alternativas às comumente utilizadas
	Buscam facilitar a garantia da precisão dimensional com o auxílio da simulação da peça no local	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de estratégias para garantir a precisão dimensional

Fonte: o autor

5.2.1.2 Uso de estratégia para precisão dimensional

Para averiguar as situações referentes à garantia de precisão dimensional, buscou-se observar os momentos em que os operadores utilizavam estratégias que auxiliavam a busca pela precisão dimensional.

Na sessão anterior, foi apresentada uma situação, cuja características está ligada a este tópico. Além desta, outras situações também foram identificadas. São elas:

a) Demarcação de recortes do piso que ficarão com a região cortada aparente (peças encostadas no *bit*⁷, por exemplo).

Para essas peças os operários fazem a marcação por meio da simulação da peça no local. A simulação da peça no local permite identificar o espaço a ser ocupado pelo piso e o tamanho que este deverá ter (Figura 21).

Figura 20 – Demonstração da exatidão do recorte da peça devido à simulação da peça no local



Fonte: o autor

O piso cortado com o tamanho adequado passa a ser uma galga. Este aparato é empregado toda vez que uma medida precisar ser replicada sem que seja necessário o uso de trena, facilitando a operação de medição e deixando-a não sujeita a erros. Neste caso, uso da simulação da peça busca alcançar a exatidão da dimensão da peça, garantindo bom acabamento e evitando retrabalho ou desperdício de material ocasionado por erros devido à imprecisão nas medidas. Os operários relataram que o uso da trena é inviável por dois motivos: (a) corre-se o

⁷ Peça de mármore utilizada para separação a área do box do restante do banheiro.

risco de perder a informação de medida; e (b) pode haver erros no posicionamento da trena e na leitura das medidas.

b) Simulação para demarcação de outros recortes que exigem precisão dimensional.

Esta ação refere-se ao ato de medir e marcar a linha de corte das peças por meio do posicionamento da própria peça no local em que será assentada para garantia da precisão dimensional. Em diversos casos, o operador coloca a peça no local e demarca as referências de corte na própria peça, tais como, demarcação de cortes de pontos hidráulicos (Figura 22a) e elétricos (Figura 22c). Para que seja possível fazer o recorte de um ponto hidráulico com precisão dimensional, o operador coloca a peça no local em que será assentada e faz as marcações das referências nas quatro extremidades da peça. Desta forma, é possível delimitar a região do corte (Figura 22b e Figura 22d), por meio de quatro retas perpendiculares.

Figura 21 – (a) e (b) Simulação da peça no local para demarcação do corte com precisão dimensional e; (b) e (d) linhas de referência da região do corte



Fonte: o autor

Durante este estudo, outras situações mostraram evidências de ações voltadas à garantia da precisão dimensional, por meio do uso de equipamentos ou aparatos como ferramentas de auxílio para isto. Tais situações estão descritas abaixo.

c) Verificação da inclinação do contrapiso ou camada de regularização com auxílio de uma galga.

Antes do início da execução do piso, é preciso verificar se a camada de regularização tem caimento em direção ao ralo. Para fazer tal verificação, o operador sempre utiliza um aparato de precisão dimensional, visto que as dimensões conferidas são reduzidas. Para isso, o operário utiliza um filete de piso como gabarito (Figura 23), marcando a maior e a menor altura entre o nível da saia e o nível do chão. Ao comparar as duas marcações feitas no gabarito, obtém-se a inclinação, que deve estar no intervalo entre 0,5% e 1%. Se for averiguada a inclinação, dá-se prosseguimento à execução do piso normalmente. Caso a camada de regularização não atenda a necessidade de inclinação, é necessária a execução de uma camada de regularização complementar para obtenção do desnível necessário, assegurando a desempenho esperado do produto. Esta também representa uma ação preliminar, cujo intuito do operário consiste na verificação da conformidade de alguma especificação do serviço anterior importante para a etapa do serviço que será executada.

Figura 22 – Verificação da inclinação do piso

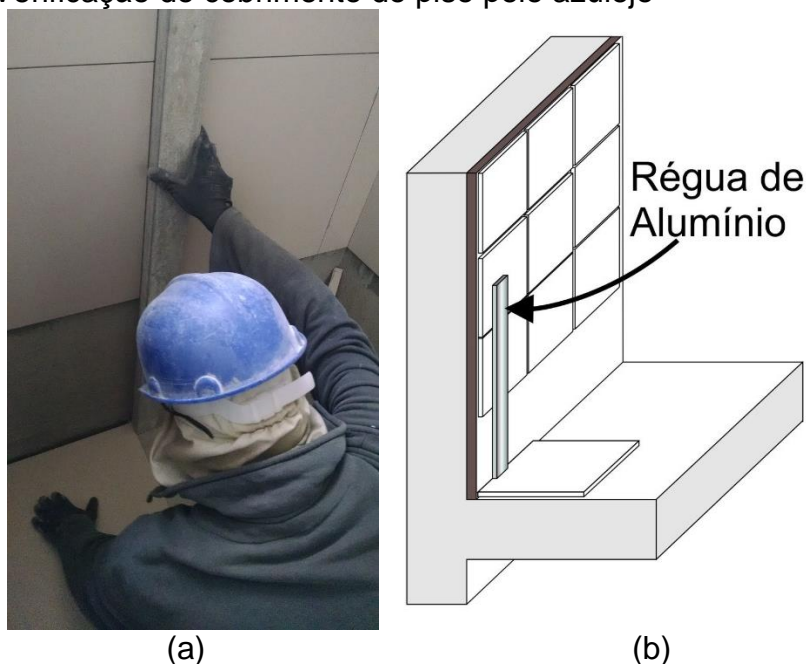


Fonte: o autor

d) Encostar a régua na superfície do azulejo para verificação da sobreposição da extremidade do piso pela espessura da saia do azulejo.

Ao executar o piso junto à parede, o operador utiliza uma régua de alumínio para averiguar se a espessura do azulejo vai cobrir a extremidade do piso no chão (Figura 24a e Figura 24b). Se ao colocar a régua, houver a indicação de extremidade do piso não ficará coberta pela saia, será preciso aproximar ainda mais o piso da parede. Os operários costumam colocar o piso o mais distante possível da parede, desde que não fiquem fora do limite imposto pela espessura do azulejo. Por se tratar de um serviço de acabamento, ações de verificação merecem destaque devido à frequência com que ocorrem ao longo de todo o processo, o que indica que são indispensáveis à operação. Nesta situação, o uso da régua de alumínio facilitou a verificação com precisão dimensional, levando ao alcance da conformidade com as especificações da qualidade do acabamento do produto.

Figura 23 – Verificação do cobrimento do piso pelo azulejo



Fonte: o autor

Ao analisar estes casos, constatou-se que o emprego de estratégias (simulação da peça no local) ou aparatos (uso do gabarito como galga e régua de alumínio) para garantir precisão dimensional estão associados à busca pela qualidade. Nas situações apresentadas, a qualidade está atrelada à garantia do desempenho esperado do produto (escoamento da água em direção ao ralo), à conformidade com as especificações do produto (correta inclinação do piso e acabamento final). O atendimento à conformidade nem sempre se constitui em um

valor exato, pelo contrário, em muitos casos ela está atrelada ao atendimento de valores dentro de um intervalo de tolerância. Por fim, entende-se que tais ações evitam retrabalhos ao garantir que a qualidade esperada seja alcançada logo na primeira execução.

Os relatos destas situações propiciaram um avanço em relação à caracterização e aos constructos do protocolo para identificação das PCTs. No Quadro 7, estão apresentados as características, constructos e desdobramentos relacionados às situações descritas.

Quadro 7 – Características e constructos comuns aos relatos correlacionados ao “Uso de estratégias para garantia de precisão dimensional”

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(a) Demarcação da linha de corte das peças, cujas peças terão as bordas sem sobreposição de rodapé, buscando o perfeito encaixe da peça no local de assentamento	Buscam facilitar a garantia da precisão dimensional por meio da simulação da peça no local	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de estratégias para garantir a precisão dimensional
	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(b) Simular a peça no local de assentamento com o intuito de cortar a peça com precisão dimensional	Buscam facilitar a garantia da precisão dimensional por meio da simulação da peça no local	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de estratégias para garantir a precisão dimensional
	Repetem-se ao longo de todo processo com frequência	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(c) Verificar a inclinação da regularização do piso com auxílio da galga	Buscam facilitar a garantia da precisão dimensional com o auxílio de um aparato	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de aparatos para garantir a precisão dimensional
	Buscam verificar, por meio de precauções preliminares, fatores que podem comprometer o alcance da conformidade do serviço	Precaução	Precaução preliminar
	Buscam alcançar as especificações de desempenho quanto à conformidade do produto dentro de determinado intervalo de aceitação	Precaução	Precaução para alcançar o desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade do produto
	Evitam frequentes retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e material	Precaução	Precaução para evitar retrabalhos
	Repetem-se antes de do início de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(d) Encostar a régua na superfície do azulejo para verificar a extremidade do piso com a espessura da saia do azulejo;	Buscam a garantia da precisão dimensional com o auxílio de um aparato como meio de facilitar a ação	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de aparatos para garantir a precisão dimensional
	Buscam alcançar as especificações de desempenho quanto à conformidade de acabamento do produto	Precaução	Precaução para alcançar o desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade do produto
	Repetem-se ao longo de todo processo com frequência	Repetição	Repetição da mesma ação ao longo de todo ciclo do processo

Fonte: o autor

5.2.1.3 Simulação de uso do produto

A evidência observada para identificar a simulação do uso do produto, detectada no estudo exploratório, diz respeito a situações em que o operador faz simulações para verificar a adequação ao uso, buscando atingir as especificações da qualidade em relação à confiabilidade e durabilidade do produto, ou seja, atua na melhoria da segurança no uso do produto ao longo de sua vida útil.

Contudo, durante a coleta de dados, não foram observados quaisquer casos com esta característica. Isto não significa que em outros serviços da construção civil tais ações não possam ser identificadas. Serviços de instalações hidráulicas e elétricas, impermeabilização, instalação de esquadrias não foram acompanhados nesta pesquisa, no entanto, apresentam diversos testes que simulam o uso do produto, que auxiliam na detecção de problemas que possam prejudicar e/ou tornar inseguro o uso do produto. O Quadro 8 apresenta a característica, constructo e seu respectivo desdobramento, ligados à PCT desta natureza.

Quadro 8 – Características e constructos intrínsecos aos relatos de “Simulação do uso do produto”

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(..) realizar testes para simular o uso do produto	Buscam a adequação ao uso do produto, por meio de ações que visam a realização de testes que simulam o uso do produto, com vistas ao aumento da confiabilidade e durabilidade do produto.	Precaução	Precaução para alcançar o desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto

Fonte: o autor

5.2.1.4 Redução da dificuldade

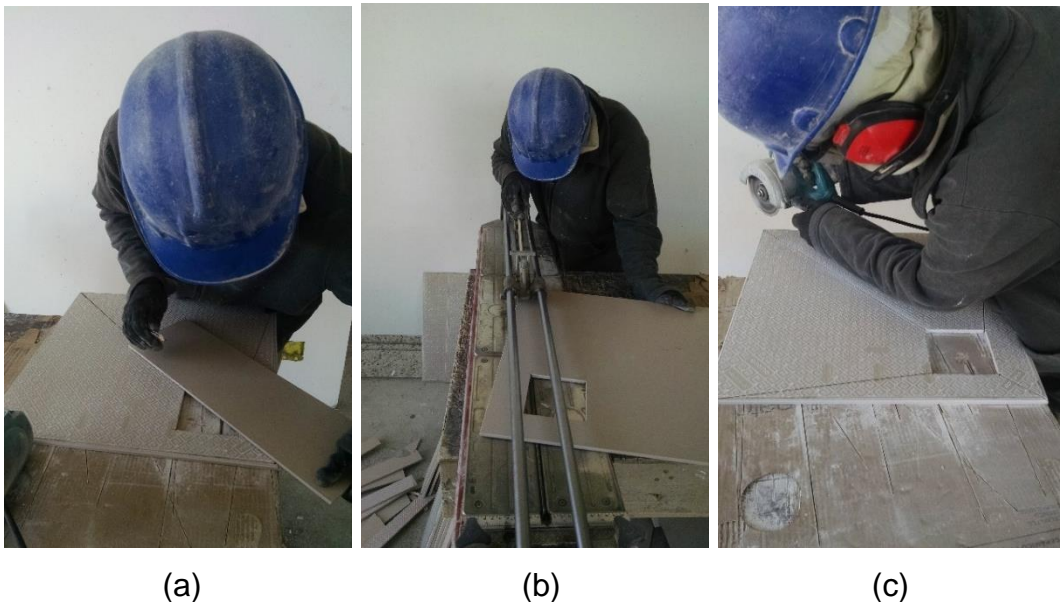
Da evidência descrita no protocolo, constatou-se uma ação do operário, cujo intuito era o de reduzir a dificuldade de execução da tarefa.

a) Desgastar a peça com auxílio da serra para fazer o recorte do piso diamantado⁸.

⁸ Piso, cujo corte permite o assentamento da peça com maior grau de inclinação, com o intuito de potencializar o escoamento da água em direção ao ralo.

O operário marca a posição do ralo na superfície do piso por meio da simulação da peça no local. A partir desta demarcação, a região ocupada pelo ralo é delimitada por um quadrado desenhado na peça. Posteriormente, ele faz as linhas de recorte da peça, que ligam os vértices do quadrado desenhado com os vértices do piso, na frente e no verso (Figura 25a) da peça. O operador faz a marcação do corte na parte superior da peça com o equipamento de corte de peças cerâmicas⁹ (Figura 25b) e no verso, com o auxílio da serra, o operário faz um desgaste profundo na peça (Figura 25c) com o intuito de deixá-la frágil para facilitar a quebra da peça.

Figura 24 – (a) Demarcação da linha de corte no verso do piso, (b) uso da riscadeira como auxílio para recorte; e (c) recorte do verso do piso com auxílio da serra



Fonte: o autor

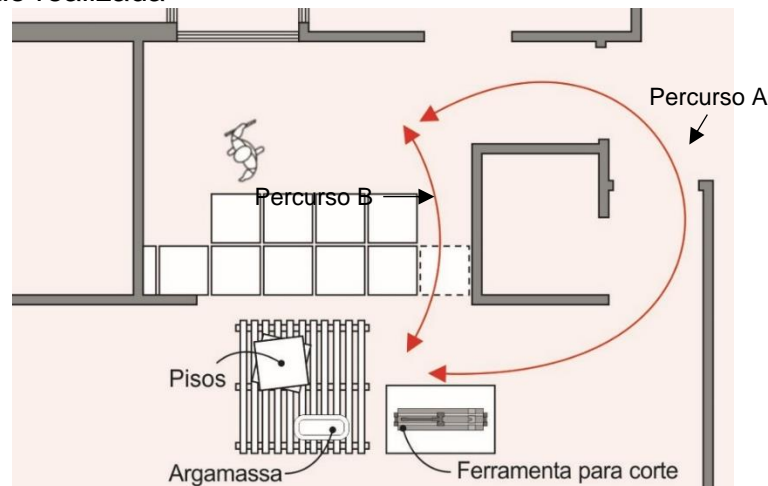
Quanto mais profundo ele for, maior a garantia de sucesso e menor a chance de retrabalho. Para quebrar a peça, o operário não utiliza qualquer equipamento, nem mesmo o equipamento apropriado para o corte, o que torna o processo ainda mais artesanal.

Neste estudo, constatou-se também outra situação em que o operário agiu em busca de melhorias no layout do posto de trabalho, com o intuito de reduzir a dificuldade de movimentação e acesso aos recursos necessários. Tal ação está descrita abaixo.

b) Manter uma fileira sem peças assentadas (Figura 26) para movimentação do trabalhador.

Uma fileira do ambiente em que estava sendo executado o serviço não foi executada com a intenção de manter um caminho que facilitava o acesso ao ambiente em que os recursos estavam alocados (peças cerâmicas, ferramenta para recorte das peças, argamassa). Isto evitou a necessidade de movimentação pelo trajeto mais longo que era normalmente utilizado, representado na Figura 26 pelo percurso A. Devido à excessiva movimentação do operário ao local em que estavam alocados os recursos, a criação de um atalho, cujo trajeto está representado na mesma figura pelo percurso B, facilitou o acesso aos recursos, levando a um melhor aproveitamento do tempo despendido para a execução da tarefa. No entanto, o operário não repetia a mesma ação em ciclos consecutivos, justamente porque não havia percebido que levava a melhores resultados.

Figura 25 – Demonstração da redução da movimentação do operário a partir da ação realizada



Fonte: o autor

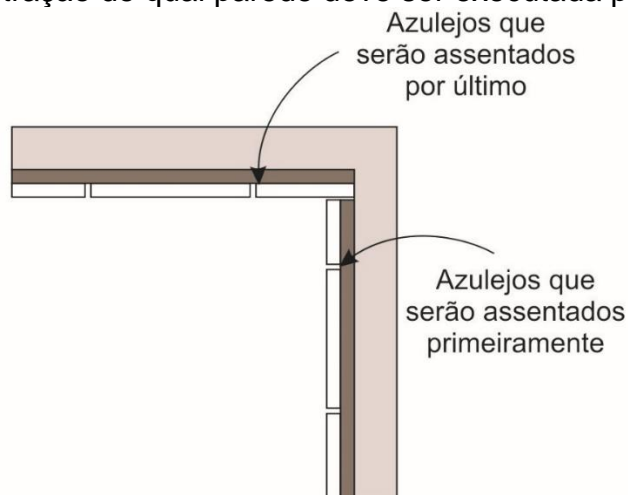
Houve também situações em que foram percebidas diferenças na sequência de execução entre os operários. Desta forma, o pesquisador buscou entender se havia justificativa para a escolha de uma sequência alternativa e notou que reduziam a dificuldade da ação e, por isso, poderiam compor as PCTs. Neste sentido, as seguintes situações foram observadas.

c) Execução, por último, das paredes cujas extremidades das peças cerâmicas ficarão escondidas.

Constatou-se esta situação ao observar que o operador executava primeiramente as paredes com recortes das peças aparentes e, por último, a parede cujas extremidades da peça ficavam escondidas (Figura 27). Segundo um dos

operários, esta sequência de execução permitia que as peças, cujos recortes seriam aparentes, fossem recortadas com a mesma dimensão. Desta forma, eram utilizadas como gabarito para aprumar a parede executada posteriormente.

Figura 26 – Demonstração de qual parede deve ser executada primeiramente



Fonte: o autor

Outro operário que não se preocupou com a sequência de execução das paredes, ao deixar por último a execução das peças cujo recorte ficava aparente, precisou fazer a simulação de todas as peças no local de assentamento, para que ficassem com as dimensões exatas, evitando falhas no acabamento. O pesquisador questionou se não seria melhor executar da maneira descrita acima e o operário reconheceu que poderia representar uma sequência mais eficiente. Desta forma, o pesquisador entendeu que esta decisão representava uma ação com repercussões positivas para o processo, visto que traria benefícios, tal como a facilidade de execução da ação e, conseqüente, melhoria na produtividade do serviço.

d) Executar o assentamento do piso diamantado como etapa final do serviço.

Os operadores executam o assentamento do piso diamantado após a execução de todo o piso do ambiente (Figura 28). Esta escolha é baseada no fato de que o piso diamantado é recortado em quatro partes. Por este motivo, há dificuldade em alinhar e posicionar perfeitamente as quatro peças com inclinação correta. O operário afirmou que ao executar no final, os pisos já assentados servem de apoio para o diamantado, facilitando o processo de assentamento desta peça. No entanto,

anteriormente, uma peça cerâmica era colocada (sem argamassa – Figura 29) no local onde ele seria assentado o piso diamantado, para que fosse previsto o espaço ocupado por esta peça e, com isso, dar continuidade ao assentamento.

Figura 27 – Execução do piso diamantado após o assentamento do restante da área



Fonte: o autor

Figura 28 – Colocação temporária de peças sem argamassa nos locais onde serão executados o piso diamantado



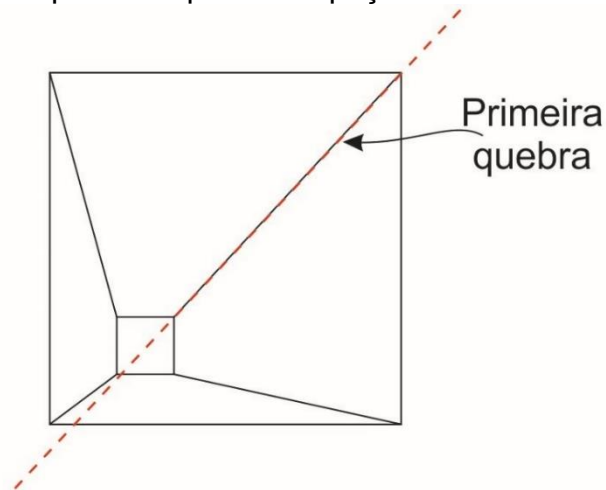
Fonte: o autor

Um dos operários executava o piso diamantado na sequência comum de assentamento das fileiras. No entanto, além de demonstrar maior dificuldade para manter o piso corretamente posicionado, sendo necessário trava-lo com apoio da cunha, era preciso retornar a ele ao assentar os pisos vizinhos. Isto dificultava o processo e acarretava num maior tempo despendido para a execução do serviço, que poderia ser reduzido executando o piso diamantado na etapa final do serviço. Neste caso, o compartilhamento da sequência realizada por outro operário traria benefícios a este operário.

e) Fazer a primeira quebra do piso diamantado na linha de corte mais próxima da diagonal da peça: após preparar a peça para o recorte (desgaste das linhas de corte com a serra), a primeira quebra era feita na linha de corte mais

próxima da diagonal da peça, como no exemplo da Figura 30. Esta ação buscava evitar o retrabalho, visto que sob esta condição, o operário alegava que a chance de a quebra ocorrer sem defeitos era maior.

Figura 29 – Demonstração da primeira quebra da peça



Fonte: o autor

A partir dos relatos apresentados, conclui-se que ações que reduzem a dificuldade não estão relacionadas apenas a técnicas alternativas para a execução de uma ação. Melhorias no *layout* que facilitam a movimentação ou sequências alternativas para a execução do serviço também estão ligadas à facilitação das ações do trabalho. Desta forma, tais ações podem ser consideradas críticas ao trabalho, visto que podem reduzir o tempo despendido para a execução da tarefa, além de evitar retrabalhos, que também acarretam em perdas de tempo e materiais.

Uma síntese das constatações está apresentada no Quadro 9, no qual são descritas as características percebidas a partir desta observação, assim como os constructos e desdobramento abstraídos a partir delas.

Quadro 9 – Características e constructos intrínsecos ao relato correlacionado à “Redução da dificuldade”

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(a) Desgastar a peça com auxílio da serra para fazer o recorte do piso diamantado	Buscam facilitar a execução da operação por meio de uso de técnicas diferentes desenvolvidas pelos próprios operários	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de técnicas alternativas às comumente utilizadas
	Evitam frequentes retrabalhos	Precaução	Precaução para evitar retrabalhos
	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(b) Manter uma área livre (sem peças assentadas) para movimentação	Estão voltadas a melhorias do <i>layout</i> ou a disponibilidade de espaço no posto de trabalho, facilitando a movimentação	Facilitação da ação	Facilitação de ação por meio de melhorias na disponibilidade de recursos/espaço no posto de trabalho
	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(c) Executar as paredes, cujas extremidades ficarão escondidas, por último	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
	Buscam facilitar a execução da operação por meio de sequência diferente escolhida pelos próprios operários	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de sequência de execução alternativa à comumente utilizada
(d) Executar do assentamento do piso diamantado como etapa final do serviço	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
	Buscam facilitar a execução da operação por meio de sequência diferente escolhida pelos próprios operários	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de sequência de execução alternativa à comumente utilizada
(e) Fazer a primeira quebra do piso na diagonal, cujas linhas de recorte possuem direção aproximada	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
	Evitam frequentes retrabalhos	Precaução	Precaução para evitar retrabalhos
	Buscam facilitar a execução da operação por meio de sequência diferente escolhida pelos próprios operários	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de sequência de execução alternativa à comumente utilizada

Fonte: o autor

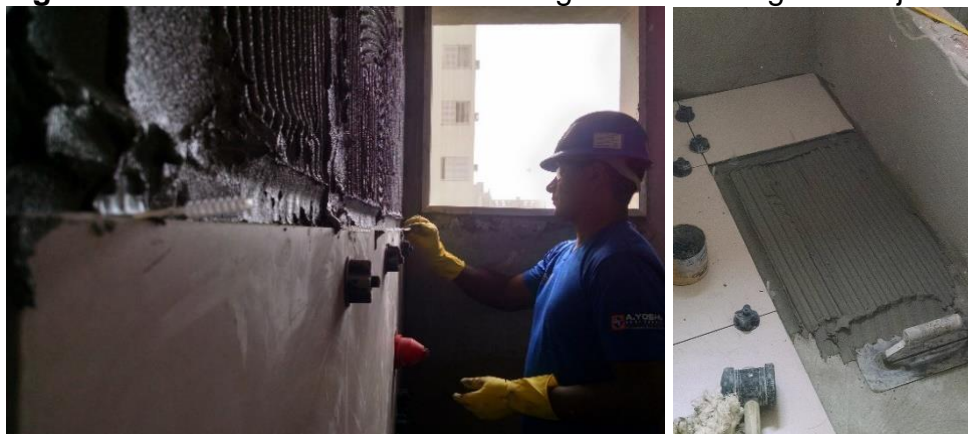
5.2.1.5 Cuidados especial para alcance da qualidade

Situações em que foram observadas ações relacionadas a cuidados especiais para alcance da qualidade, conforme o protocolo desenvolvido no estudo exploratório, já foram contempladas nos outros tópicos. Dentre as ações identificadas estão a demarcação do piso para assentá-lo na mesma direção, a verificação da inclinação da camada de regularização do piso com o auxílio de galga, dentre outras.

No entanto, outras ações relacionadas a cuidados especiais foram identificadas, objetivando agora a redução da dificuldade da execução das tarefas posteriores. As situações observadas foram as seguintes:

a) Retirar o excesso de argamassa da região das juntas (Figura 31) para facilitar a limpeza posterior: o operário retira o excesso de argamassa desta região, com a intenção de reduzir a dificuldade da limpeza das juntas, que era realizado após a cura do assentamento de todo o ambiente.

Figura 30 – Retirada de excesso de argamassa da região das juntas



Fonte: o autor

Caso o excesso não seja retirado, a dificuldade para retirar a argamassa das juntas será acentuada. Isto acarretaria em maior tempo para a execução da tarefa, além de expor o produto ao perigo de sofrer avarias, tal como, a quebra das bordas. Esta ação representa uma precaução com relação à etapa posterior (limpeza das juntas – Figura 32), ao mesmo tempo em que retrata uma precaução com relação ao bom estado do produto acabado.

Figura 31 – Limpeza das juntas



Fonte: o autor

b) Iniciar o ambiente com a condição de concluí-lo no mesmo dia.

O operador deve medir o tempo que gasta para executar determinada área, para que evite ter que parar o serviço sem concluir todo o ambiente. O problema atrelado a esta situação diz respeito a dificuldade de dar continuidade ao serviço após a cura da argamassa. Ao longo do processo de assentamento do piso, são necessários pequenos ajustes nas peças para devido alinhamento entre elas. Quando a argamassa já está curada, há maior dificuldade de alcançar a conformidade do serviço em relação à uniformidade e alinhamento das juntas. Isto representa uma ação de precaução com relação à redução da dificuldade das etapas posteriores.

Por meio da análise da descrição dos relatos, constatou-se que a precaução para redução da dificuldade de etapas posteriores representa uma característica das PCTs. Tal caracterização está apresentada no Quadro 10.

Quadro 10 – Características e constructos intrínsecos aos relatos correlacionados a “Cuidados especiais”

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(a) Retirar o excesso de argamassa para facilitar a limpeza das juntas	Buscam reduzir a dificuldade de execução das etapas posteriores	Precaução	Precaução relacionada às etapas posteriores
	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(b) Iniciar o ambiente com a condição de concluí-lo no mesmo dia	Buscam reduzir a dificuldade da execução de ações das etapas posteriores	Precaução	Precaução relacionada às etapas posteriores
	Buscam verificar, por meio de precauções preliminares, fatores que podem comprometer o alcance das especificações de desempenho do produto	Precaução	Precaução preliminar
	Repetem-se em algum momento dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo

Fonte: o autor

5.2.1.6 Redução de retrabalho

Situações em que foram observadas ações com vistas à redução do retrabalho já foram contempladas nos outros tópicos. Dentre as ações identificadas estão, a sequência rígida para recorte do piso diamantado, além da simulação da peça no local antes de ser preparada com argamassa para ser assentada.

Entende-se que PTCs com esta característica tem repercussões positivas na redução das perdas de tempo e de matéria-prima. Sendo assim, são ações com repercussões ligadas à melhoria da produtividade e redução de custos.

5.2.1.7 Segurança

Durante este estudo, não foi evidenciado qualquer caso relacionado à segurança no uso do produto. No entanto, como foi uma ação detectada no estudo anterior e há indícios de que seja encontrada em outros serviços, assim como preconizado pela literatura (JURAN, 1991; CAMPOS, 2014), considera-se a busca pela melhoria da segurança do usuário na fase de uso do produto como uma das características das PCTs. Também não foram identificadas quaisquer situações relacionadas à segurança do operário, assim como no estudo exploratório. Entende-se que, apesar da existência de ruídos em excesso e uso de máquinas de corte, por se tratar de ambientes em que o operário está pouco exposto a riscos de queda em nível, não houve qualquer ação crítica executada na operação com vistas ao alcance deste item.

Contudo, considerando que a segurança do operário possui influências restritivas na operação (KONDO, 1991) e, por isso, um aspecto crítico para o trabalho (CAMPOS, 2004; LIKER E MEIER, 2007), entende-se que para serviços cuja exposição do operário a riscos seja maior, provavelmente serão identificadas ações de precaução, nas quais o objetivo seja a segurança do operário.

5.2.1.8 Discussões dos resultados do EE1

A partir da reflexão do pesquisador sobre os resultados do EE1, o autor detectou diversas contribuições para a melhoria e refinamento da caracterização e do protocolo para identificação das PCTs. Além disso, foram observadas também contribuições para a criação do método para identificação das PCTs.

Quanto à caracterização destas parcelas, observou-se que houve avanços quanto à compreensão das características (Quadro 4) levantadas no estudo exploratório. Com base no protocolo elaborado no estudo anterior, foram observadas situações que evidenciaram a existência de outras características ligadas as PCTs.

A primeira delas se refere à repetição frequente da ação ao longo do ciclo do trabalho, evidenciado pela marcação da direção das peças a serem assentadas. A segunda característica identificada a partir deste estudo diz respeito ao uso de

aparatos para o alcance da precisão dimensional, evidenciado pelo uso de gabarito e régua de alumínio para tal. A terceira diz respeito à facilitação da movimentação e acesso aos recursos necessários, por meio de melhorias no *layout* do posto de trabalho, evidenciado pela criação de um atalho no posto de trabalho. A quarta característica levantada no EE1 se refere à determinação de uma sequência de execução alternativa para o desempenho do trabalho, com vistas à facilitação da ação. A evidência para esta característica foi levantada a partir da alternativa de executar o piso diamantado como última etapa do serviço. A quinta característica evidenciada está relacionada à verificação da conformidade de especificações da etapa anterior que possuem repercussões no serviço atual, por meio de precauções preliminares. Um exemplo desta ação é exemplificado pela verificação da precisão da inclinação do contrapiso ou da camada de regularização. Por fim, a última característica evidenciada neste estudo diz respeito a ações que visam reduzir a dificuldade a execução de tarefas atreladas às etapas posteriores. No EE1, a evidência desta característica foi observada a partir da retirada do excesso de argamassa da região das juntas, visando facilitar a limpeza das juntas que era realizada após a cura da argamassa.

Em suma, os resultados obtidos ao longo do EE1 permitiram esclarecer e avançar na caracterização das PCTs no contexto da construção civil. O Quadro 11 apresenta a caracterização das PCTs, identificadas a partir das contribuições do estudo exploratório e de EE1. As características cujas identificações foram oriundas deste estudo estão em destaque.

Quadro 11 – Ampliação da caracterização das parcelas críticas do trabalho

Evidências	
1	Repetem-se em mais de um ciclo do trabalho e/ou com frequência ao longo do processo
2	Buscam a precisão dimensional por meio de simulações e/ou uso de aparatos que visam facilitar a ação.
3	Buscam alcançar as especificações de desempenho, conferindo a conformidade, confiabilidade e durabilidade do produto.
4	Buscam facilitação da movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias no <i>layout</i> ou a disponibilidade dos recursos no espaço.
5	Buscam facilitar a execução da operação por meio de uso de técnicas ou sequência de execução alternativas desenvolvidas pelos próprios operários
6	Buscam evitar frequentes retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e material
7	Buscam alcançar a segurança do usuário na fase de uso do produto
8	Buscam verificar, por meio de cuidados preliminares, a conformidade de especificações da etapa anterior com repercussões no serviço atual
9	Buscam reduzir a dificuldade da execução de ações das etapas posteriores

Fonte: o autor

Com relação ao protocolo, também houve avanços que resultaram em sua reestruturação. A partir das características atribuídas às PCTs, identificadas com base nas evidências do estudo exploratório e no EE1, o pesquisador definiu constructos que às correlacionavam. Esta correlação foi realizada, buscando facilitar a posterior identificação das PCTs. Desta forma, os constructos centrais ficaram subdivididos em: Repetição, Facilitação da Ação e Precaução.

Os constructos definidos foram desdobrados de acordo com as características atreladas a cada um. Portanto, cada desdobramento inserido no protocolo corresponde a uma das características relacionadas às PCTs. A finalidade desta relação consiste na identificação de ações da mesma natureza em outros serviços da construção por meio do protocolo elaborado.

Para a composição do protocolo, destaca-se que a característica que foi associada à Repetição foi apenas a primeira, que diz respeito às ações que se repetem em mais de um ciclo do trabalho ou com frequência dentro do mesmo ciclo. Com relação à Facilitação da Ação, estão: (a) o alcance da precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos; (b) melhorias na movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias no *layout* ou na disponibilidade dos recursos no espaço; e (c) o uso de técnicas ou sequência de execução alternativas desenvolvidas pelos próprios operários. Já as características associadas à Precaução, foram: (a) o alcance das especificações de desempenho, conferindo a

conformidade, confiabilidade e durabilidade do produto; (b) a redução de frequentes retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e material; (c) a redução de perdas por retrabalho; (d) o alcance da segurança na fase de uso do produto; e (e) a redução da dificuldade da execução de ações das etapas posteriores

Por fim, o conteúdo do protocolo abrange os constructos e seus respectivos desdobramentos, assim como as evidências ligadas a cada um deles. O objetivo do protocolo é de auxiliar no processo de identificação, uma vez que por meio dele é possível entender quais são as características das PCTs. No Quadro 12 está detalhado o protocolo após as adequações oriundas do EE1.

Finalmente, o EE1 também contribuiu para a elaboração do método para a identificação destas parcelas do trabalho. A primeira contribuição consiste no fato de que as categorias, transcritas sob a luz de conceitos que compõem o conjunto de constructos que caracterizam as ações pertencentes às PCTs, são fundamentais para o processo de identificação destas parcelas. A observação das ações associadas à correlação com algum constructo do protocolo leva à identificação de uma PCT. No Quadro 13 estão compiladas todas as análises e caracterização final das PCTs identificadas ao longo do EE1, de acordo com os constructos do protocolo.

Quadro 12 – Protocolo para identificação das parcelas críticas no trabalho

Constructos		Desdobramentos	Evidências
1	Repetição	Repetição frequente da ação ao longo do processo, dentro mesmo ciclo	O operário repete determinadas ações ao longo de todo o processo, sejam elas relacionadas a verificações ou à execução da tarefa
		Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo do trabalho	O operário repete determinadas ações em diferentes ciclos do serviço que está sendo executado
2	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de aparatos ou estratégias para garantir a precisão dimensional	O operário executa ações que garantem precisão dimensional por meio de estratégias (simulação de peças no local), com auxílio de um equipamento ou aparato (gabarito, galga)
		Facilitação de ação por meio de melhorias na disponibilidade de recursos/espço no posto de trabalho	O operário dispõe de práticas para reduzir dificuldade de se movimentar/trabalhar no posto de trabalho, tais como, melhorias na disponibilidade dos recursos e do espaço no posto de trabalho
		Facilitação da ação por meio de uso de técnicas ou sequência de execução alternativas às comumente utilizadas	O operário dispõe de técnicas alternativas/diferentes das utilizadas para reduzir a dificuldade de executar determinada tarefa, podendo ocasionar até mesmo a redução do tempo despendido ou do volume de material gasto para a execução.
3	Precaução	Precaução preliminar	O operário executa ações com o intuito de verificar, antes de iniciar o serviço, fatores que possam comprometer o alcance da conformidade do serviço atual.
		Precaução para redução da dificuldade das etapas posteriores	O operário executa ações com o intuito reduzir a dificuldade das etapas posteriores.
		Precaução para alcançar o desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto	O operário executa determinadas ações com o intuito de alcançar o desempenho esperado do produto, buscando cumprir as especificações de conformidade, confiabilidade e durabilidade do produto após a fase de execução. A simulação do uso do produto é um exemplo de ação que visa alcançar tais aspectos da qualidade.
		Precaução para a segurança do operário e do uso do produto	O operário executa determinada ação para garantir sua segurança durante a operação ou a segurança do uso do produto.
		Precaução para evitar retrabalho	O operário executa determinadas ações com o intuito de evitar retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e de material despendido ao executá-lo.

Fonte: o autor

Quadro 13 – Análise dos critérios que caracterizam as PCTs identificadas no EE1

Descrição da ação	Critérios relacionados à Repetição		Critérios relacionados à Facilitação da Ação			Critérios relacionados à Precaução				
	A ação se repete com frequência ao longo de todo o ciclo	A ação se repete em mais de um ciclo do trabalho	A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa por meio de técnicas ou sequência de execução alternativas às que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca alcançar a desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto.	A ação busca reduzir a dificuldade da execução das etapas posteriores.	A ação busca garantir a segurança do operário durante a operação ou do usuário na fase de uso do produto.	A ação busca evitar o retrabalho.
1 – Demarcar o piso para assentá-los na mesma direção	X	X			X		X			
2 – Simular as peças recortadas no local de assentamento para verificar o recorte	X	X	X							X
3 – Simular para demarcar a linha de corte das peças, cujas bordas não serão sobrepostas pelo rodapé, buscando o perfeito encaixe da peça no local de assentamento		X	X				X			
4 – Simular a peça no local de assentamento com o intuito de cortar a peça com precisão dimensional		X	X							
5 – Verificar a inclinação da regularização do piso com auxílio de uma galga		X	X			X	X			X
6 – Encostar a régua na superfície do azulejo para verificar a extremidade do piso com a espessura da saia do azulejo		X	X				X			
7 – Manter uma área livre, sem peças assentadas, para melhoria da movimentação		X		X						

(continua)

(continuação)

Descrição da ação	Critérios relacionados à Repetição		Critérios relacionados à Facilitação da Ação			Critérios relacionados à Precaução				
	A ação se repete com frequência ao longo de todo o ciclo	A ação se repete em mais de um ciclo do trabalho	A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa por meio de técnicas e/ou sequência de execução alternativas às que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca alcançar a desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto.	A ação busca reduzir a dificuldade da execução das etapas posteriores.	A ação busca garantir segurança do operário durante a operação ou do usuário na fase de uso do produto.	A ação busca evitar o retrabalho.
8 – Desgastar a peça com auxílio da serra para fazer o recorte do piso diamantado		X	X		X			X		X
9 - Retirar o excesso de argamassa da região das juntas para facilitar a limpeza posterior		X						X		
10 – Iniciar o ambiente com a condição de concluí-lo no mesmo dia		X				X		X		
11 – Demarcação do recorte da peça da saia		X			X					
12 – Executar as paredes, cujas extremidades ficarão escondidas, por último		X	X		X					
13 – Executar o assentamento do piso diamantado como etapa final do serviço		X			X					
14 – Fazer a primeira quebra do piso diamantado na diagonal, cujas linhas de recorte possuem direção aproximada		X								X

Fonte: O autor

Ao analisar o Quadro 13, fica evidente que todas as ações identificadas como críticas estão atreladas ao constructo Repetição, considerando-o essencial para o processo de identificação destas parcelas. A repetição espontânea da ação, seja ela ao longo do ciclo ou em algum momento específico em diferentes ciclos da operação, leva ao entendimento inicial de que ela é importante para a execução daquela tarefa. A repetição pode não ocorrer de forma consecutiva entre os ciclos, justamente porque o operário não teve a real percepção de que aquela representa uma boa solução ou porque em determinado ciclo não há necessidade de se executar a mesma ação. No entanto, cabe investigar com maior profundidade as justificativas para a execução de tal ação, observando as repercussões positivas para o processo ou não.

Com relação aos constructos Facilitação da Ação e/ou Precaução não obtiveram a mesma interpretação. Houve casos em que a situação estava relacionada apenas a um dos desdobramentos destes dois constructos. Desta forma, para que uma ação seja considerada crítica, não necessariamente deve estar atrelada a todos os constructos. Apenas a Repetição é que deve ser essencialmente evidenciada para que, quando associada a qualquer desdobramento relacionado à Facilitação da Ação ou Precaução, se caracterize como PCT.

Observou-se também que houve grande incidência de operações que visavam a facilitação da ação de duas formas: (a) para a precisão dimensional; e (b) por meio do uso de técnicas alternativas desenvolvidas pelo trabalhador. Isto pode ser explicado devido à característica artesanal da atividade que exige esmero para a execução das tarefas mais difíceis do trabalho.

Além disso, ficou evidente que ações de simulação são importantes para o alcance da qualidade almejada. Tais ações facilitavam o alcance da precisão dimensional, precavendo a ocorrência de variadas interrupções, como o retrabalho ocasionado por erros no tamanho dos recortes de peças cerâmicas, por exemplo.

Este estudo também apontou a necessidade da observação de mais uma equipe de operários executando o mesmo serviço. Esta conduta é necessária, pois ações que são repetidas por todos os operários tendem a representar uma boa prática já disseminada entre os operadores. Desta forma, a detecção de diferenças entre as atuações dos operários, pode levar à identificação de ações, cujas características estejam atreladas às PCTs.

Durante o estudo, uma ação que leva a uma sequência alternativa de execução, identificada como PCT, utilizada por um operário no assentamento de azulejo com vistas à facilitação da ação, foi compartilhada pelo pesquisador com outro membro da equipe. Este último não utilizava a mesma sequência para a execução da tarefa e ao receber a informação, identificou que a alternativa informada poderia melhorar o desempenho do trabalho. Desta forma, evidencia-se que uma ação executada por um operário, identificada como PCT, pode ser identificada e devidamente compartilhada com os outros membros da equipe. Além de contribuir para a padronização das ações críticas, tal identificação promove avanços no conhecimento organizacional, visto que representa uma forma de externalização do conhecimento, como apontado por Nonaka e Takeuchi (1997).

Outra importante contribuição deste estudo para a criação do método diz respeito à colaboração dos operários para apoiar a compreensão da ação. A troca de informações com a equipe, por meio de entrevista não estruturada, torna mais clara a intenção e a justificativa de cada ação e a sua influência no processo como um todo. A troca de informações com o operário deve ocorrer ao mesmo tempo que a observação, para que não se perca a justificativa inerente a aquela ação observada. Tais justificativas contribuem para a melhoria da análise das características da ação com relação aos constructos e desdobramentos do protocolo

Portanto, a partir dos resultados obtidos se entende que a PCT pode ser definida como o conjunto de ações não triviais, que levam a resultados positivos diante dos aspectos importantes da produção, tais como qualidade, segurança, produtividade e custos. São desenvolvidas a partir do conhecimento tácito daqueles trabalhadores que possuem experiência e domínio da tarefa e, quando levam a melhores resultados, passam a ser repetidas naturalmente pelo operário. Em suma, representam melhores soluções para um problema prático, desenvolvidos por meio de improvisações ou decisões atreladas ao conhecimento tácito do trabalhador, com potencial para converter-se em boas práticas e serem devidamente padronizadas na empresa.

Ao executar tais ações, o operário tem como objetivo central a Facilitação da Ação e/ou a Precaução, de acordo com os desdobramentos apresentados. Todas estas particularidades caracterizam as PCTs no contexto da construção civil.

Com o intuito de complementar a pesquisa e estender a utilidade do método para a identificação das PCTs a todas as fases da obra, foi realizado o EE2 no serviço de montagem de formas de pilar, serviço considerado como atividade da fase bruta da obra. Os resultados deste estudo estão apresentados na próxima sessão.

5.2.2 Resultados EE 2

Durante o EE2, o serviço acompanhado foi o de montagem de formas de pilar. As formas de pilares eram feitas de chapas de compensado plastificado estruturadas com montantes de madeira. Como medida para evitar eventuais paradas, havia uma forma para cada pilar do pavimento tipo. As formas eram armazenadas no canteiro de obras e transportadas verticalmente ao pavimento com o auxílio da grua. Para peças com maiores dimensões, o transporte horizontal também era auxiliado pela grua, portanto a execução desta etapa era dependente deste equipamento. Por fim, a execução da montagem das formas era iniciada após a amarração das armaduras dos pilares, devidamente conferidas pelo encarregado desta etapa do trabalho. Durante este estudo, foram evidenciadas cinco situações classificadas como críticas para o trabalho, apresentadas a seguir.

5.2.2.1 Facilitação da ação

Para identificar ações que facilitam o trabalho, foi necessária a troca de informações com a equipe, para entender se a justificativa para a execução de determinada ação é pertinente à redução da dificuldade ou não. Tais justificativas estão atreladas às características das PCTs. Dentre as características relacionadas a facilitação da ação estão: (a) uso de aparatos ou estratégias para o alcance da precisão dimensional; (b) melhorias relacionadas ao posto de trabalho; e (c) técnicas alternativas para a execução de determinada tarefa. A partir destas constatações observou-se três situações críticas para o trabalho:

a) Amarrar a primeira peça do painel na armadura do pilar com o auxílio de um arame, suprimindo a necessidade de escoramento para sustentação temporária deste painel da forma.

Ao colocar o primeiro painel da forma, o operário deveria sustentá-la com uma escora. Porém, nos pilares de periferia o travamento deste primeiro painel foi substituído pela amarração na armadura do pilar com o auxílio de um arame (Figura 33). Apesar da disponibilidade de escora no canteiro de obras, este objeto não era utilizado por depender um tempo excessivo para ser colocado e ocupar um espaço considerável no posto de trabalho. Desta forma, o uso do arame para amarrar o painel se justificava, por ser considerada uma forma eficaz, uma vez que garantia a estabilidade e segurança do painel no local. A amarração também foi considerada eficaz para a montagem de pilares de grandes dimensões, porque além dos benefícios já citados, ainda diminuía o tempo de utilização da grua para a sustentação destas estruturas. Por ser eficaz em sua função, a amarração com arame passou a ser empregada na montagem de todos os pilares, evitando a necessidade de escoramento.

Figura 32 – Sustentação do primeiro painel da forma com o auxílio de um arame



Fonte: o autor

Inicialmente identificou-se que esta parcela poderia ser caracterizada como uma má prática, uma vez que haviam as escoras disponíveis para fazer o escoramento e os operários estavam adotando outra prática. No entanto, após o esclarecimento por parte dos operários, constatou-se que se tratava de uma ação crítica à medida que facilitava a ação com repercussões positivas na produtividade do processo. No entanto, o pesquisador e o Grupo de Pesquisa constataram que esta prática ainda é rudimentar e pode ser melhorada por meio da substituição do arame por um dispositivo mais apropriado.

b) Executar a montagem da forma até o travamento inicial com a colocação de duas agulhas¹⁰ parafusadas (uma de cada lado).

Ao posicionar os painéis das formas é necessário fazer travamento inicial com a colocação de duas agulhas parafusadas (uma de cada lado – Figura 37). O intuito desta ação é imobilizar a forma no local para que as próximas etapas possam ser realizadas. Enquanto todos os conjuntos não estiverem montados, boa parte do espaço é ocupado pelos painéis no chão, dificultando a movimentação da equipe. Quanto antes ocorrer a liberação deste espaço, os ajustes finais (colocação dos aprumadores, regulação do prumo da forma e transpasse dos tubos e tensores), que exige movimentação constante, começam a ser executados. Estes ajustes são realizados a medida em que as formas são levantadas, devido à liberação do espaço que antes estava sendo consideravelmente utilizado pelos painéis no chão (Figura 34). Desta forma, quanto antes o espaço for liberado, melhor será o aproveitamento do tempo para execução.

Figura 33 – Montagem das formas até a colocação dos primeiros tensores nas laterais



Fonte: o autor

¹⁰ Agulhas são vergalhões de aço que transpassam toda a forma, cuja função é a de manter as formas fixadas, sem a necessidade do uso excessivo de pregos para montagem. A borboleta é o dispositivo roscável, utilizado para parafusar as agulhas.

c) Cortar o tubo de transpasse das agulhas com uma das extremidades enviesada.

Ao cortar os tubos, deixando uma das extremidades pontiagudas (Figura 35 e 36), há uma facilitação na introdução destes objetos nos furos do painel das formas, dando maior rapidez à execução. Se esses cortes enviesados deixam de ser feitos, o operador despende maior tempo para a execução da mesma tarefa, principalmente naqueles em que a armadura da forma atrapalha a passagem do tubo até a outra face da forma. Desta forma, devido à grande quantidade de tubos que devem ser colocados nas formas, a facilitação desta ação possui repercussões positivas na produtividade da tarefa.

Figura 34 – Corte do tubo



Fonte: o autor

Figura 35 – Formato do tubo após o corte, em que uma das extremidades é enviesado



Fonte: o autor

Um desdobramento do constructo facilitação não foi identificado durante a observação. Tal desdobramento diz respeito à facilitação da ação para alcance da

precisão dimensional. Nesta atividade, ações com tal característica não tiveram a mesma importância como no serviço acompanhado no estudo anterior.

No Quadro 14, estão sintetizadas as PCTs identificadas por meio da observação do constructo Facilitação da Ação, assim como as características e os desdobramentos dos constructos a ela relacionados.

Quadro 14 – Características, constructos e respectivos desdobramento das ações críticas identificadas a partir da Facilitação da Ação

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(a) Amarrar a primeira peça do painel na armadura do pilar, com o auxílio de um arame	Facilitam a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos e do espaço no posto de trabalho	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de melhorias na disponibilidade de recursos/espaço no posto de trabalho
	Facilita a ação por meio de uma solução alternativa àquelas que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de técnicas alternativas às comumente utilizadas
	Repetem-se em algum momento específico dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(b) Executar a montagem da forma até o travamento inicial com a colocação de duas agulhas (uma de cada lado).	Facilita a ação por meio de uma solução alternativa àquelas que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de técnicas alternativas às comumente utilizadas
	Busca evitar problemas e dificuldade na execução das etapas posteriores	Precaução	Precaução relacionada às etapas posteriores
	Repetem-se em algum momento específico dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(c) Cortar o cano de transpasse das agulhas com uma das extremidades enviesadas	Facilita a ação por meio de uma solução diferentes daquelas que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio de uso de técnicas alternativas às comumente utilizadas
	Busca evitar problemas e dificuldade na execução das etapas posteriores	Precaução	Precaução relacionada às etapas posteriores
	Repetem-se em algum momento específico dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição em algum momento específico dentro de mais de um ciclo

Fonte: o autor

5.2.2.2 Precaução

Nesta sessão estão descritas as situações em que as operações foram realizadas com o objetivo de precaver qualquer situação indesejada, de acordo com os desdobramentos apresentados no protocolo. Tais situações podem ter relação com as etapas que antecederam ou que sucederão um serviço. Além disso, buscam evitar qualquer tipo de retrabalho que possa ocorrer, assim como qualquer problema quanto à segurança do operário durante a operação e do usuário durante a fase de uso do produto. Por fim, situações que são caracterizadas por este constructo podem estar ligadas ao alcance dos aspectos de qualidade, envolvendo o desempenho, conformidade, confiabilidade e durabilidade.

Para a identificação deste constructo, além da observação, também foi necessária a troca de informações com a equipe. Com isso, buscou-se verificar se a justificativa para a execução de determinada ação estava associada à precaução de algum dos desdobramentos deste constructo, descritos no protocolo da Figura 15. A partir deste constructo foram observadas três situações críticas para o trabalho:

a) Manter um desaprumo de 3 mm nas formas de periferia, para dentro da edificação.

Ao manter a parte superior dos pilares da periferia 3 mm para dentro da edificação, evita-se a necessidade de movimentações muito significativas após a colocação das pré-vigas sobre as formas. Por serem elementos pesados, ao serem posicionadas, as pré-vigas provocam uma movimentação do conjunto pilar-viga. Quando não prevista esta diferença ao aprumar a forma, esta movimentação pode causar desalinhamento do pilar em relação aos pavimentos inferiores, gerando assim a necessidade de correção. No entanto, não é possível efetuar ajustes significativos após a colocação das pré-vigas, devido ao peso excessivo destes elementos, levando a necessidade reposicionar a pré-viga para correção do prumo. Tal reposicionamento necessita do uso da grua e de uma equipe de operários. Para evitar este retrabalho, justifica-se aprumar as formas com a diferença prevista.

b) Distribuir as agulhas nos pilares de periferia ou próximos a qualquer abertura, pelo lado de fora da laje ou da abertura existente.

As agulhas eram colocadas de fora para dentro nas formas (Figura 37), para que fossem parafusadas em uma posição ergonomicamente segura e confortável,

ou seja, na parte de dentro da laje. A ação de parafusar as agulhas exigia que o operário aplicasse determinada força que, se realizada em posição de risco, poderia acarretar em má execução da tarefa ou demasiado risco ao operário.

Figura 36 – Distribuição dos tensores no pilar de fora para dentro



Fonte: o autor

No Quadro 15, estão sintetizadas as PCTs identificadas por meio da observação do constructo Precaução, assim como as características e os desdobramentos dos constructos a ele relacionados.

Ao final do estudo, o pesquisador solicitou a engenheira da obra o acesso aos POPs da empresa e das Fichas de Verificação do Serviço (FVS). Nestes documentos haviam as etapas do serviço, cujo conteúdo era transmitido aos novos operários em treinamento, bem como os requisitos de desempenho exigidos pela empresa. O pesquisador percebeu que tais informações ajudam na identificação das boas práticas já disseminadas na empresa, dando subsídios para diferenciá-las das PCTs. Além disso, as FVS contemplavam dados que permitiam entender para quais requisitos de desempenho as ações estavam sendo realizadas.

Quadro 15 – Características, constructos e respectivos desdobramento das ações críticas identificadas a partir da Precaução

Parcela crítica	Característica da parcela crítica	Constructo	Desdobramento do constructo
(a) Ao tirar o prumo, deixar a parte superior dos pilares de periferia 3 mm para dentro da edificação	Busca evitar problemas e dificuldade na execução das etapas posteriores	Precaução	Precaução relacionada às etapas posteriores
	Buscam alcançar as especificações de desempenho quanto à conformidade de acabamento do produto	Precaução	Precaução para alcançar o desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade do produto
	Evitam frequentes retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e material	Precaução	Precaução para evitar retrabalhos
	Repete-se em algum momento específico dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação ou sequência de ações em algum momento específico dentro de mais de um ciclo
(b) Colocar os tensores de fora para dentro em pilares localizados na periferia da laje, ou próximo a qualquer abertura da laje	Busca evitar problemas e dificuldade na execução das etapas posteriores	Precaução	Precaução relacionada às etapas posteriores
	Busca garantir a segurança do operário durante a operação	Precaução	Precaução para a segurança do operário
	Repetem-se em algum momento específico dentro de mais de um ciclo	Repetição	Repetição da mesma ação ou sequência de ações em algum momento específico dentro de mais de um ciclo

Fonte: o autor.

5.2.2.3 Discussões dos Resultados do EE2

Neste estudo, antes de analisar a correlação das ações com os constructos Facilitação da Ação e Precaução, observou-se as ações que se repetiam ao longo de todo o ciclo do trabalho e/ou em mais de um ciclo. Optou-se por fazer esta análise inicialmente, visto que ao longo do EE1, a Repetição foi uma característica indispensável para a consideração da ação como uma PCT. Posteriormente, assim como no estudo anterior, buscou-se entender as justificativas para a execução destas ações e relacioná-las aos constructos e desdobramentos descritos no protocolo. Esta associação leva à identificação e caracterização das ações que compõem a PCT e estes dados estão compilados no Quadro 16.

Quadro 16 – Análise dos critérios que caracterizam as PCTs

Descrição da ação	Critérios relacionados à Repetição		Critérios relacionados à Facilitação da Ação			Critérios relacionados à Precaução				
	A ação se repete com frequência ao longo de todo o ciclo	A ação se repete em mais de um ciclo do trabalho	A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa, por meio de técnicas e/ou sequência de execução alternativas às que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca reduzir a dificuldade da execução das etapas posteriores.	A ação busca alcançar a desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto.	A ação busca garantir segurança do operário durante a operação ou do usuário na fase de uso do produto.	A ação busca evitar o retrabalho.
1 – Amarrar a primeira peça do painel na armadura com o auxílio de um arame		X		X	X					
2 – Executar a montagem da forma até o travamento inicial com a colocação de duas agulhas (uma de cada lado).		X			X		X			
3 – Cortar o cano de transpasse das agulhas com uma das extremidades enviesadas	X	X			X		X			
4 – Manter um desaprumo de 3 mm nas formas de periferia, para dentro da edificação		X					X	X		X
5 – Distribuir as agulhas nos pilares de periferia ou próximos a qualquer abertura, pelo lado de fora da laje ou da abertura existente		X					X		X	

Fonte: o autor

No decorrer do EE2 houve avanços em relação à composição do protocolo com relação a evidência de uma importante característica das PCTs. A contribuição deste estudo tem relação com a evidência de ações para precaução com a segurança do operário. No estudo exploratório e no EE1, nenhuma ação foi evidenciada por tal desdobramento. Ao longo do EE2, por ser um serviço em que exposição ao risco é maior, foi possível observar ações realizadas pelos operários voltadas à segurança na operação. Desta forma, houve avanços quando à composição da caracterização das PCTs. No Quadro 17, estão apresentadas as características identificadas ao longos desta pesquisa, em que está destacada a característica evidenciada no EE2.

Quadro 17 – Caracterização das PCT na construção civil

Evidências	
1	Repetem-se em mais de um ciclo do trabalho e/ou com frequência ao longo do processo
2	Buscam a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos que visam facilitar a ação.
3	Buscam alcançar as especificações de desempenho, conferindo a conformidade, confiabilidade e durabilidade do produto.
4	Buscam facilitação da movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias no <i>layout</i> ou a disponibilidade dos recursos no espaço.
5	Buscam facilitar a execução da operação por meio de uso de técnicas ou sequência de execução alternativas desenvolvidas pelos próprios operários
6	Buscam evitar frequentes retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e material
7	Buscam alcançar a segurança do operário nas operações e/ou do usuário na fase de uso do produto
8	Buscam verificar, por meio de cuidados preliminares, a conformidade de especificações da etapa anterior com repercussões no serviço atual
9	Buscam reduzir a dificuldade da execução de ações das etapas posteriores

Fonte: o autor

Da mesma forma, houve avanço na composição do protocolo para identificação das PCT, apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 – Protocolo para identificação das PCT

Constructos		Desdobramentos	Evidências
1	Repetição	Repetição frequente da ação ao longo do processo, dentro mesmo ciclo	O operário repete determinadas ações ao longo de todo o processo, sejam elas relacionadas a verificações ou à execução da tarefa
		Repetição da mesma ação em algum momento específico dentro de mais de um ciclo do trabalho	O operário repete determinadas ações em diferentes ciclos do serviço que está sendo executado
2	Facilitação da ação	Facilitação da ação por meio do uso de aparatos ou estratégias para garantir a precisão dimensional	O operário executa ações que garantem precisão dimensional por meio de estratégias (simulação de peças no local), com auxílio de um equipamento ou aparato (gabarito, galga)
		Facilitação de ação por meio de melhorias na disponibilidade de recursos/espço no posto de trabalho	O operário dispõe de práticas para reduzir dificuldade de se movimentar/trabalhar no posto de trabalho, tais como, melhorias na disponibilidade dos recursos e do espaço no posto de trabalho
		Facilitação da ação por meio de uso de técnicas ou sequência de execução alternativas às comumente utilizadas	O operário dispõe de técnicas alternativas/diferentes das utilizadas para reduzir a dificuldade de executar determinada tarefa, podendo ocasionar até mesmo a redução do tempo despendido ou do volume de material gasto para a execução.
3	Precaução	Precaução preliminar	O operário executa ações com o intuito de verificar, antes de iniciar o serviço, fatores que possam comprometer o alcance da conformidade do serviço atual.
		Precaução para redução da dificuldade das etapas posteriores	O operário executa ações com o intuito reduzir a dificuldade das etapas posteriores.
		Precaução para alcançar o desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto	O operário executa determinadas ações com o intuito de alcançar o desempenho esperado do produto, buscando cumprir as especificações de conformidade, confiabilidade e durabilidade do produto após a fase de execução. A simulação do uso do produto é um exemplo de ação que visa alcançar tais aspectos da qualidade.
		Precaução para a segurança do operário e do uso do produto	O operário executa determinada ação para garantir sua segurança durante a operação ou a segurança do uso do produto.
		Precaução para evitar retrabalho	O operário executa determinadas ações com o intuito de evitar retrabalhos, reduzindo perdas de tempo e de material despendido ao executá-lo.

Fonte: o autor

A partir deste estudo, constatou-se a natureza genérica do protocolo, que permitiu a identificação de PCT nas diferentes fases da construção civil. Mesmo não havendo situações referentes a todos os desdobramentos dentro do mesmo serviço, todas as informações do protocolo são relevantes para a caracterização das PCTs. Desta forma, todos os desdobramentos têm equivalente relevância dentro do processo de identificação.

Quanto ao método para a identificação das PCTs, foram constatadas outras contribuições do EE2. A primeira contribuição deste estudo se refere a coleta prévia de algumas informações úteis para a identificação das ações críticas. Tais informações levam ao conhecimento de importantes fatores que devem ser explorados ao longo da observação do trabalho. Elas estão relacionadas a: (a) operações prescritas nos POPs; e (b) critérios de conformidade do serviço de acordo com as FVS.

Tal observação oferece ao agente responsável pela identificação das PCTs um conhecimento aprofundando do processo que, atrelado ao conhecimento técnico deste profissional, leva a um domínio maior das operações do processo. Por ser detentor do conhecimento técnico, entende-se que o engenheiro da obra é o mais indicado para a identificação das PCTs. Ele também pode ser auxiliado pelo mestre de obras ou encarregado do serviço, já que estes são detentores do conhecimento ligado às operações do trabalho.

Outro fator que contribui para a identificação das ações críticas diz respeito à troca de informações com a própria equipe de trabalho, sob a condição de que sejam operários com experiência na execução do serviço, típico do Modelo *Bottom-Up* para elaboração de regras (HALE; BORYS, 2013a). Isto evidencia o fato de que as ações consideradas críticas têm relação com o emprego do conhecimento tácito do trabalhador, adquirido ao longo do exercício de sua função. A partir de entrevistas não estruturadas com operários, busca-se entender as justificativas para a ação, que ao ser associada aos desdobramentos descritos no protocolo, apontam para características das situações que podem ser consideradas PTC.

A busca pela identificação de uma ação crítica para o trabalho, leva à disseminação desta ação entre os operários, gerando conhecimento à toda equipe de trabalho. Desta forma, com o passar do tempo a ação passa a fazer parte do conhecimento já disseminado entre a equipe, deixando de ter natureza crítica. Portanto, o conjunto de ações que compõem a PCT não é permanente, uma vez que há uma tendência a se tornar parte das boas práticas de trabalho disseminadas para toda a equipe.

Por fim, a execução de todas estas ações identificadas possui repercussões positivas em aspectos da produção relacionados à:

- (a) qualidade: com relação ao desempenho do produto, configurando a busca pela conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto;
- (b) segurança: tanto do operário durante a realização do serviço, quanto do usuário na fase de uso do produto;
- (c) produtividade: devido à redução da dificuldade de execução da ação, assim como a partir da precaução de retrabalhos;
- (d) custos: atrelado à redução de perdas de matéria prima e de tempo despendido para a realização do serviço, com influência direta sobre os custos.

Portanto, para completar o processo de caracterização, pós-identificação das PCTs, cabe uma avaliação a respeito da relação da ação com a melhoria dos aspectos citados. Isto ajuda no processo de caracterização e avaliação das influências da ação dentro do processo.

A partir das evidências levantadas nos EE1 e EE2 e com o intuito de organizar o processo de identificação de tais parcelas dentro dos serviços da construção civil, na próxima sessão será proposto um método para identificação das parcelas críticas do trabalho.

5.3 MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PCTs

Com base no desenvolvimento dos estudos EE1 e EE2, o autor propõe um método para identificação da PCT. O método possui três etapas, sendo elas: (a) etapa preliminar; (b) etapa de análise inicial; e (c) etapa de caracterização e análise final das PCTs.

A etapa preliminar foi definida com o intuito de facilitar a análise do serviço e antecipar indícios que levam à identificação de possíveis ações que compõem a PCT. Assim, o autor propõe a coleta de informações preliminares, detalhadas no Quadro 19, a partir da consulta dos POPs e FVS, mestre de obras ou encarregado do serviço. Estas informações devem ser coletadas com algum dos responsáveis citados, visto que podem envolver informações que vão além do nível operacional.

Após coletadas as informações preliminares, descritas no quadro citado, inicia-se a segunda etapa que consiste na análise inicial das operações. Nesta etapa ocorre o processo de observação detalhada das ações do serviço. Esta observação

deve ser realizada, principalmente, quando o agente responsável pela identificação das PCTs possui pouco conhecimento das operações. Isto permite maior compressão do serviço como um todo e oferece base para posterior caracterização e análise final das ações.

Quadro 19 – Ficha de coleta de informações preliminares

Ficha de coleta de informações preliminares	
Informações relativas a:	Comentários:
Etapas prescritas nos procedimentos padronizados	(Levam a uma percepção daquilo que é prescrito aos funcionários, levando ao melhor entendimento das ações que compõem o trabalho. O conhecimento das ações dos procedimentos pode levar a facilidade da identificação de ações que não constam como etapa padrão e que podem ser consideradas críticas)
Critérios de conformidade do serviço	(Referem às especificações de qualidade da empresa sobre o serviço, que podem estar atreladas a ações de precaução para o alcance destas)

Fonte: O autor

Durante a etapa de análise inicial, é importante que sejam identificadas todas as ações que se repetem ao longo do ciclo ou em algum momento específico em mais de um ciclo do trabalho. Ainda nesta etapa de identificação das PCTs, são descartadas todas aquelas ações que não se enquadram nos critérios que caracterizam uma ação como PCT. Desta forma não são PCTs:

- (a) Boas práticas de trabalho já disseminadas entre todas as equipes de trabalho;
- (b) *Making-do*;
- (c) Más práticas de trabalho, quando referidas a ações que infringem alguma regra normativa.

Para esta etapa, o autor propõe que seja utilizada a Ficha de Análise Inicial das Operações, detalhada na Quadro 20.

Por fim, inicia-se o processo de análise final e caracterização das PCTs, por meio da avaliação das ações do trabalho que restaram, com relação aos critérios relacionados à Facilitação da Ação ou Precaução, constructos que caracterizam as PCTs evidenciados. Para a realização desta etapa, o agente responsável pela

identificação deve se apropriar das justificativas dadas pelos operários, com o intuito de entender profundamente a real indispensabilidade daquela ação.

Quadro 20 – Ficha de Análise Inicial das Operações

Ficha de Análise Inicial das Operações					
Descrição das operações que se repetem ao longo do mesmo ciclo e/ou em mais de ciclo do trabalho		Critérios para descartar as ações não críticas			Justificativa
		Boa prática já disseminada na organização	Making-do (perda por improvisação) (SOMMER, 2010)	Má prática de trabalho, visto que infringe alguma regra normativa	
Serviço:					
1		()	()	()	
2		()	()	()	
3		()	()	()	
4		()	()	()	
..		()	()	()	
..		()	()	()	
..		()	()	()	
n		()	()	()	

Fonte: O autor

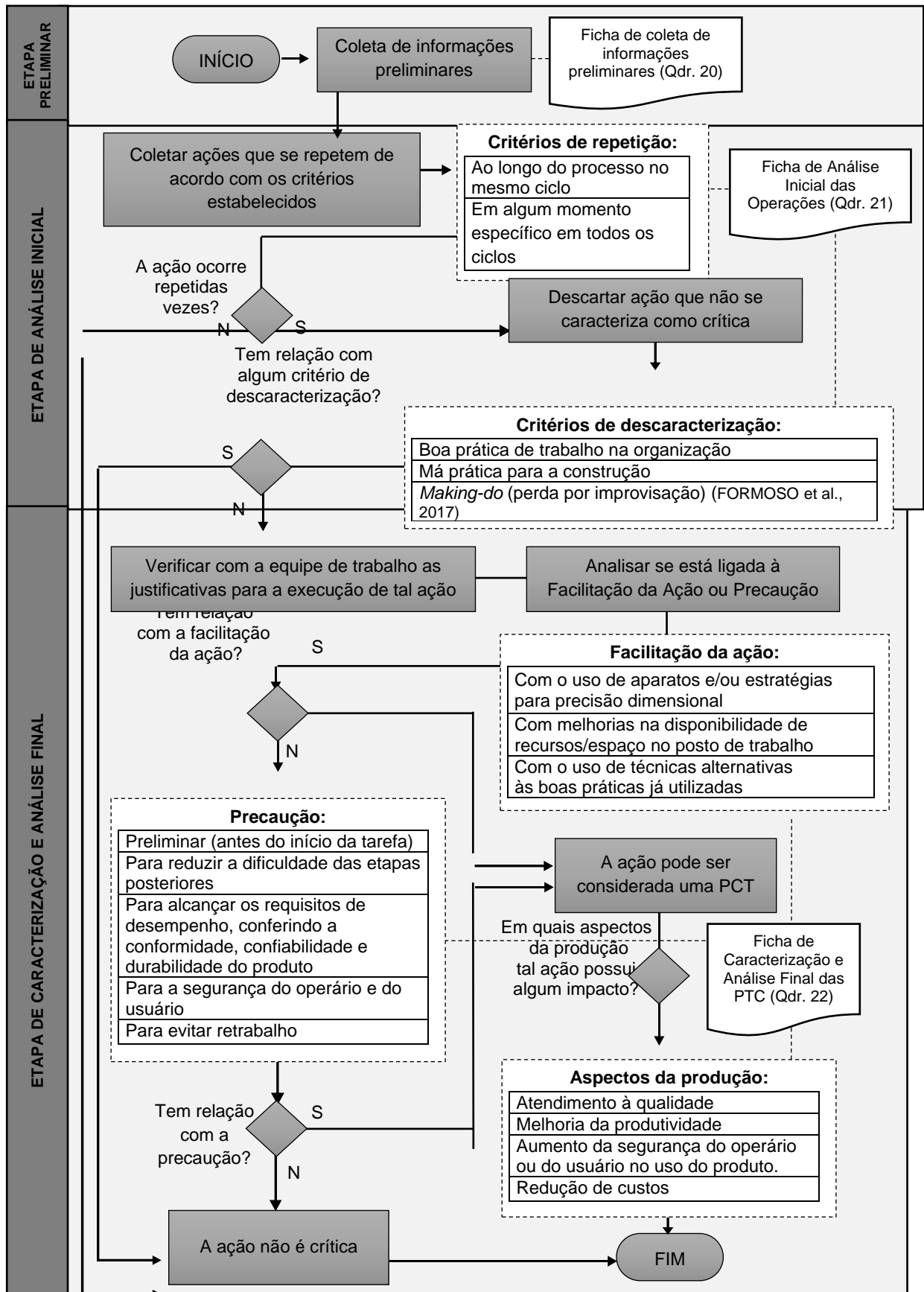
Posteriormente, faz-se uma análise sobre em que aspectos da produção tal ação possui impacto. Para esta etapa, o autor propõe uma Ficha de Análise Final e Caracterização das PCTs, detalhada no Quadro 21. Por fim, na Figura 38 é apresentado um fluxograma do método que organiza as etapas para identificação das PCTs.

Quadro 21 – Ficha de Análise Final e Caracterização das PCTs

Ficha de Análise Final e Caracterização das PCTs														
Descrição da ação	Critérios que caracterizam a ação como Facilitação da Ação			Critérios que caracterizam a ação como Precaução					Conclusão		Impactos nos aspectos da produção			
	A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa por meio de técnicas e/ou sequência de execução alternativas às que são usualmente utilizadas no serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca alcançar a desempenho esperado, por meio de ações que conferem a conformidade, confiabilidade e durabilidade ao produto.	A ação busca reduzir a dificuldade da execução das etapas posteriores.	A ação busca garantir segurança do operário durante a operação ou do	A ação busca evitar o retrabalho.	A ação pode ser considerada crítica	A ação não é crítica	Qualidade: Confiabilidade, conformidade, desempenho e/ou adequação ao uso.	Melhoria da produtividade	Segurança: do operário ou no uso do produto.	Redução de custos
1-	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
2 -	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
.	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
.	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
.	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
n -	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Fonte: O autor

Figura 37 – Fluxograma para aplicação do método



Fonte: o autor

Finalmente, registra-se o conjunto de ações que compõem a PCT, para que sejam posteriormente descritas em procedimentos e devidamente comunicadas à equipe de trabalho, contribuindo assim, para a padronização na construção civil.

5.4 AVALIAÇÃO DO MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PCT

5.4.1 Descrição da Realização do Estudo e Resultados Obtidos

Inicialmente o avaliador solicitou à engenheira o acesso aos POP e às Fichas de Verificação do serviço. Segundo o avaliador, as informações contidas nestes documentos o auxiliaram na coleta de dados, visto que favoreceram a visualização das etapas do serviço como um todo. Além disso, as informações contidas nestes documentos serviram de apoio para a análise inicial, assim como proposto na etapa preliminar do método.

O avaliador também relatou que, por estar acompanhando dois serviços ao mesmo tempo, ele optou por acompanhar a execução de um ciclo completo das operações do forro e, posteriormente, da instalação de bancada. Desta forma, ele poderia acompanhar todas as operações de forma ininterrupta, evitando a perda de importantes dados para o método.

Durante o primeiro ciclo do serviço, o avaliador preocupou-se apenas em registrar todas as operações, sem qualquer julgamento se havia relação com as PCTs ou não. Segundo o avaliador, esta etapa de observação inicial também contribuiu para a compreensão das operações do serviço como um todo, já que o mesmo não era detentor do conhecimento a respeito das operações deste serviço.

Posteriormente, ao longo da observação de outros ciclos do serviço, o avaliador relatou que o volume de dados relativos à percepção de novas operações era mínimo. No entanto, ao acompanhá-los novamente, o avaliador relatou que isto o ajudou a descrever com maior precisão as operações que eram realizadas. Portanto, em termos de informações, a observação detalhada do primeiro ciclo foi essencial, enquanto que os ciclos posteriores foram importantes para a consolidação e aprofundamento do entendimento das informações coletadas inicialmente.

Na instalação do forro, as duas equipes que foram acompanhadas realizavam o serviço de forma similar, não sendo possível notar diferenças marcantes entre as formas de execução entre uma e outra.

Ainda na etapa de análise inicial, o avaliador utilizou a Ficha de Análise Inicial para selecionar aquelas ações que podem ser caracterizadas como críticas ou não. Nesta etapa o método propõe que sejam identificadas todas as ações que ocorrem repetidas vezes ao longo do mesmo ciclo e/ou em algum momento específico em mais de ciclo do trabalho. A partir das informações coletadas, deve-se analisar se as ações estão relacionadas a boas práticas já disseminadas na organização, ao making-do ou a más práticas. Caso a ação tenha relação com algum desses critérios, ela não é considerada crítica. No Quadro 22, estão apresentadas as análises realizadas pelo mesmo, assim como a justificativa para tal decisão.

Quadro 22 – Análise inicial das operações do serviço de forro de gesso acartonado

FICHA DE ANÁLISE INICIAL DAS OPERAÇÕES					
Descrição das operações que se repetem ao longo do mesmo ciclo e/ou em algum momento específico em mais de ciclo do trabalho		Critérios para descartar as ações não críticas			Justificativa para os critérios assinalados
Serviço: Forro de gesso acartonado		Boa prática já disseminada na organização	Making-do (FORMOSO et al. 2017)	Má prática de trabalho	
1	Marcação pontual na parede do nível do forro (auxiliado pelo nível a laser)	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
2	Uso de fio embebido com tinta para fazer a marcação contínua do nível do forro (ligar os pontos)				
3	Marcação na parede dos comprimentos de cada placa (com o auxílio da trena)				
4	Fixação dos elementos de ancoragem do forro na laje, na posição que representa o meio de cada placa	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
5	Amarração de arames nos elementos de ancoragem	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
6	Corte do arame excedente	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
7	Teste de fixação dos elementos de ancoragem (puxão no arame)				
8	Fixação nos arames dos elementos de ancoragem das peças de conexão das placas (altura regulada de acordo com nível marcado)	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa

9	Fixação de pregos de acordo com o nível marcado e nas extremidades de onde ficarão as placas	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
10	Rebaixo: Simulação das guias e montantes no local de uso e corte no tamanho adequado				
11	Rebaixo: Fixação dos montantes nas paredes por meio dos elementos de ancoragem	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
12	Rebaixo: Encaixe das guias nos montantes (formando o quadro estrutural)	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
13	Rebaixo: Aferição dimensional do quadro estrutural	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
14	Rebaixo: Simulação da placa no quadro e marcação de cortes necessários				
15	Rebaixo: Cortes necessários nas placas de composição dos rebaiços	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
16	Rebaixo: Fixação da placa no quadro por meio de parafusos	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
17	Medição das dimensões das placas e marcação de cortes necessários por meio da parte metálica da trena				
18	Cortes necessários nas placas de composição do forro	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
19	Espalhamento de massa ao longo de toda a parede, nos locais de contato com a placa	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
20	Posicionamento das placas no local de uso, apoiadas sobre os pregos fixados e em contato com a massa espalhada	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
21	Ligação de placas adjacentes por meio do elemento de conexão	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
22	Aferição com o nível a laser do nivelamento do forro				
23	Martela os elementos de conexão para melhor fixação				
24	Após secagem da massa, retira todos os pregos usados para o nivelamento	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
25	Lixa as bordas expostas das placas	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
26	Simulação da fita usada no acabamento entre as placas para aferição da quantidade necessária				
27	Medição (com a trena) e marcação (conforme projeto) dos locais que necessitarão de cortes no forro	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
28	Cortes necessários no forro com o serrote	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
29	Dispersão de massa sobre a fita e colagem na ligação das placas	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
30	Espalhamento da massa sobre a fita com a espátula	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
31	Espalhamento de mais massa sobre a fita e acabamento com a desempenadeira	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa

Fonte: o autor

De acordo com o engenheiro avaliador, esta foi a etapa mais difícil devido à amplitude dos conceitos que representam os critérios de descarte. O julgamento de uma ação como boa prática exige um conhecimento profundo do indivíduo a respeito do processo. Além disso, para a correta análise das ações nesta etapa, também é necessário o conhecimento prévio a respeito do conceito de *making-do* e de como identificá-lo, assim como a capacidade analítica para julgar uma ação como má prática, a partir da consideração de que estas são infrações à regras, sejam elas impostas por normas ou pelo POP. No entanto, a consulta aos documentos, indicada na etapa preliminar deste método, auxiliou no julgamento na análise inicial. Além disso, o julgamento de que uma ação era boa prática já disseminada foi pautada no entendimento de que aquela ação era trivial. Em outras palavras, se não há outra forma de executar e se ela é indispensável à sequência de operações do trabalho, tal prática já deve estar previamente disseminada entre os operários.

A partir disto, das 31 operações coletadas, 22 foram descartadas, sendo que todas elas foram consideradas como boas práticas triviais, já disseminadas entre a equipe de trabalho. Neste serviço não foi identificado *making-do* ou má prática. De acordo com o avaliador, isto pode estar relacionado à qualidade dos procedimentos, que mesmo não contemplando todas as ações realizadas, abrangia grande parte delas.

Posteriormente, realizou-se a análise final para a caracterização de tal operação com PTC, ou ainda, descarte da ação, quando não correlacionada a qualquer desdobramento da ficha de análise. No Quadro 23, estão apresentados, com maiores detalhes, os resultados obtidos ao final desta etapa de análise.

Quadro 23 – Análise Final para identificação das PCT do serviço de forro de gesso acartonado

Descrição da Ação		Ficha de Análise Final e Caracterização das PCT																	
		Critérios que caracterizam a ação como Facilitação da Ação			Critérios que caracterizam o constructo Precaução									Conclusão		Impactos nos aspectos da Produção			
		A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa por meio de técnicas alternativas às que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca zelar pelo bom estado do produto, evitando possíveis avarias ainda durante a fase de execução.	A ação busca evitar problemas ou dificuldades na execução das etapas posteriores.	A ação busca garantir a segurança e a adequação ao uso do produto para a fase de pós-execução.	A ação busca garantir segurança do operário durante a operação	A ação busca alcançar as especificações relacionadas à conformidade do serviço/produto exigidos pela empresa	A ação busca evitar o retrabalho	A ação pode ser considerada crítica	A ação não é crítica	Qualidade: Confiabilidade, conformidade, desempenho e/ou adequação ao uso.	Produtividade	Segurança: do operário ou no uso do produto.	Custos		
2	Uso de fio embebido com tinta para fazer a marcação contínua do nível do forro (ligar os pontos)	X		X			X				X	X	X		X	X	X		
3	Marcação na parede dos comprimentos de cada placa (com o auxílio da trena)						X					X		X	X				
7	Teste de fixação dos elementos de ancoragem (puxão no arame)					X		X				X		X		X			
10	Rebaixo: Simulação das guias e montantes no local de uso e corte no tamanho adequado	X		X								X		X	X				
14	Rebaixo: Simulação da placa no quadro e marcação de cortes necessários	X		X								X		X	X				

(continua)
(continuação)

Descrição da Ação	Critérios que caracterizam a ação como Facilitação da Ação			Critérios que caracterizam o constructo Precaução							Conclusão		Impactos nos aspectos da Produção			
	A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa por meio de técnicas alternativas às que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca zelar pelo bom estado do produto, evitando possíveis avarias ainda durante a fase de execução.	A ação busca evitar problemas ou dificuldades na execução das etapas posteriores.	A ação busca garantir a segurança e a adequação ao uso do produto para a fase de pós-execução.	A ação busca garantir segurança do operário durante a operação	A ação busca alcançar as especificações relacionadas à conformidade do serviço/produto exigidos pela empresa	A ação busca evitar o retrabalho	A ação pode ser considerada crítica	A ação não é crítica	Qualidade: Confiabilidade, conformidade, desempenho e/ou adequação ao uso.	Produtividade	Segurança: do operário ou no uso do produto.	Custos
17	Medição das dimensões das placas e marcação de cortes necessários por meio da parte metálica da trena	X		X							X		X	X		
22	Aferição com o nível a laser do nivelamento do forro	X								X	X		X	X		
23	Martela os elementos de conexão para melhor fixação							X			X		X			
26	Simulação da fita usada no acabamento entre as placas para aferição da quantidade necessária											X				

Fonte: o autor

Nota-se que uma das ações analisadas não foi considerada crítica pelo avaliador. A justificativa é que a mesma não representava um ganho para o processo, visto que após a simulação, o operário necessitava fazer novos ajustes para que a fita tivesse a dimensão correta.

Em relação ao outro serviço que foi acompanhado, o de instalação de bancada, o avaliador relatou que seguiu a mesma sequência de etapas, sendo elas: (a) consulta ao conteúdo do POP e da FVS; (a) acompanhamento do primeiro ciclo sem interrupção e sem qualquer julgamento se as ações eram críticas ou não; (b) acompanhamento dos ciclos posteriores com o intuito de entender o processo de forma aprofundada; (c) descrição das ações que se repetiam entre os ciclos; (d) descarte de parte das ações de acordo com os critérios da Ficha de Análise Inicial das PCT; e (e) análise final das ações, com o intuito de caracteriza-las a partir dos critérios da Ficha de Análise final das PCT.

Os resultados das análises referentes à instalação de bancada estão apresentados nos quadros 24 e 25. Tais quadros correspondem ao preenchimento das duas fichas de análise propostas pelo autor como parte do método.

Quadro 24 – Análise inicial das operações do serviço de instalação de bancada

FICHA DE ANÁLISE INICIAL DAS OPERAÇÕES					
Descrição das operações que se repetem ao longo do mesmo ciclo e/ou mais de ciclo do trabalho		Critérios para descartar as ações não críticas			Justificativa para os critérios assinalados
Serviço: Instalação de bancadas		Boa prática já disseminada na organização	Making-do (FORMOSO et al., 2017)	Má prática de trabalho	
1	Marcação das posições de corte na parede (com o auxílio de trena e nível a laser)	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
2	Corte da parede	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
3	Verificação do alinhamento dos entalhes (com o auxílio do nível a laser)	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
4	Simulação da peça no local para verificar dimensões				
5	Caso necessário cortar: marcação da peça com a trena em ambas as extremidades	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
6	Caso necessário cortar: uso da régua para marcação contínua	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
7	Corte da peça	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
8	Posicionamento da barra de apoio e escora	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
9	Simulação da peça no local para verificar dimensões e nivelamento				
10	Caso a peça não esteja nivelada: ajuste com calço		X		O calço não é um instrumento adequado, visto que pode sair e alterar o nivelamento durante o emassamento
11	Uso de PU para colar a peça na barra de apoio	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
12	Emassamento dos entalhes	X			É considerado trivial e amplamente disseminado entre os trabalhadores
13	Uso de peça cerâmica para retirar excessos de argamassa			X	O atrito da peça cerâmica com o revestimento - também cerâmico - pode arranhar o revestimento
14	Uso de esponja com água para retirar excessos de argamassa	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa
15	Assentamento dos espelhos com PU	X			Consta na ficha de procedimentos padronizados da empresa

Fonte: o autor

Neste serviço, foram detectadas ações que representavam um *making-do* e uma má prática. A má prática pode ser entendida como aquelas ações que, mesmo com a disponibilidade de todos os recursos, levam a problemas na produção. Além disso, ações contrárias a alguma regra imposta por norma ou pelo próprio

procedimento operacional também podem ser consideradas más práticas do trabalho e, portanto, não críticas. Um exemplo deste tipo de ação foi evidenciado neste estudo, em que o operário usava uma peça cerâmica para retirar excessos de argamassa das bancadas, enquanto que no POP, a indicação era para que utilizasse esponja com água para retirar o excesso de argamassa. Esta ação foi considerada má prática visto que é contrária a uma regra, além de ter potencial para ocasionar avarias no serviço já executado.

Ambas foram descartadas nesta primeira análise, juntamente com aquelas consideradas boas práticas de trabalho. Desta forma, das 15 ações que foram observadas, apenas duas foram selecionadas para segunda análise. Tal análise está detalhada no Quadro 25.

Quadro 25 – Análise final para identificação das PCT no serviço de instalação de bancadas

Ficha de Análise Final e Caracterização das PCT																	
Descrição da Ação		Critérios que caracterizam a ação como Facilitação da Ação			Critérios que caracterizam o constructo Precaução						Conclusão		Impactos nos aspectos da Produção				
		A ação busca facilitar a precisão dimensional por meio de estratégias e/ou uso de aparatos.	A ação busca facilitar a movimentação no posto de trabalho, por meio de melhorias na disponibilidade dos recursos no local.	A ação busca facilitar a execução da tarefa por meio de técnicas alternativas às que são usualmente utilizadas para a execução do serviço.	A ação busca melhorar as condições iniciais do posto de trabalho e verificar a liberação do serviço anterior por meio de precauções preliminares.	A ação busca zelar pelo bom estado do produto, evitando possíveis avarias ainda durante a fase de execução.	A ação busca evitar problemas ou dificuldades na execução das etapas posteriores.	A ação busca garantir a segurança e a adequação ao uso do produto para a fase de pós-execução.	A ação busca garantir segurança do operário durante a operação	A ação busca alcançar as especificações relacionadas à conformidade do serviço/produto exigidos pela empresa	A ação busca evitar o retrabalho	A ação pode ser considerada crítica	A ação não é crítica	Qualidade: Confiabilidade, conformidade, desempenho e/ou adequação ao uso.	Produtividade	Segurança: do operário ou no uso do produto.	Custos
4	Simulação da peça no local para verificar dimensões	X		X				X		X	X		X				X
9	Simulação da peça no local para verificar dimensões e nivelamento	X		X				X		X	X		X				X

Fonte: o autor

Ao preencher as duas fichas, o avaliador expôs novamente a dificuldade ao realizar a primeira análise devido à amplitude critérios que descaracterizam uma ação como PCT e a facilidade ao realizar a segunda análise, referente aos critérios que as caracterizam como tal. Desta forma, fica evidente que tais indicativos se referem à forma como estas etapas do método estão constituídas e não devido a qualquer peculiaridade dos serviços que foram observados.

Neste último caso, destaca-se a percepção da importância das ações de simulação para os serviços da construção civil. Assim como no EE1, na avaliação do método as simulações foram identificadas com frequência como ações que dão maior segurança em relação à precisão dimensional, evitando que o operário, por erro na marcação ou na leitura da trena, faça ajustes errados nos componentes em que tal adaptação é necessária. Desta forma, se a peça for medida no espaço que será utilizada, isto garantirá que ela seja devidamente dimensionada e cortada.

5.4.2 Utilidade

A etapa preliminar trouxe benefícios e foi considerada útil para subsidiar as análises que são realizadas ao longo da aplicação do método. Tais informações auxiliaram a reduzir a dificuldade de análise, principalmente na etapa de análise inicial do método.

A etapa de análise inicial, apesar de ter sido considerada a mais difícil, foi avaliada como importante na aplicação do método. Por estabelecer a necessidade de coletar todas as ações que um operário repete em mais de um ciclo do trabalho ou ao longo do mesmo ciclo, esta etapa permite uma análise detalhada da tarefa. Isto confere maior subsídio para o entendimento do processo como um todo.

Nesta mesma etapa, o método orientava a analisar a ação que deveria ser levada às análises seguintes, caso se repetisse, ou descartada caso não se repetisse. Contudo, o avaliador sugeriu que ao estabelecer que se coletasse apenas as ações que se repetiam, não havia necessidade de julgá-la como potencialmente crítica ou não nesta etapa. Desta forma, apenas a indicação da necessidade de coletar as ações que se repetem a partir dos critérios estabelecidos, já leva ao alcance dos resultados esperados para esta etapa.

Posteriormente, ainda na etapa de análise inicial, a reflexão sobre as características de cada ação observada, de acordo com os critérios estabelecidos, permitiu o descarte de grande parte delas. Tal análise inicial foi avaliada como útil, pois não permite que sejam consideradas críticas: (a) as boas práticas disseminadas ou triviais para a execução; (a) um *making-do*; ou (b) uma má prática. Além disso, o descarte destas ações logo na etapa de análise inicial torna o processo de caracterização na etapa posterior mais rápida, visto que a maioria das ações são descartadas nesta etapa do método.

A etapa de análise final foi considerada útil por justificar as características da ação como crítica, além de apontar em quais aspectos da produção ela possui repercussões positiva. Nesta etapa, apesar de grande parte das ações serem consideradas críticas devido à abrangência dos desdobramentos que caracterizam as PCTs, houve uma ação que não foi caracterizada como crítica. Tal evidência aponta para a utilidade desta etapa da análise, importante para detectar ações que, apesar de não serem identificadas como boas práticas já disseminadas, *making-do* ou más práticas, também não se caracterizam como críticas para o trabalho. Nos quadros 21 e 23, é possível visualizar os resultados obtidos a partir desta análise, dos dois serviços em que o método foi aplicado.

Portanto, os resultados apontam para a utilidade do método, visto que foi possível identificar um conjunto de ações que são boas práticas e que possuíam repercussões positivas no processo de produção e que não eram disseminadas formalmente entre a equipe. Isso pode contribuir, não apenas, para a padronização do trabalho, como também, para a inovação e externalização de parte do conhecimento organizacional. Desta forma, evidencia-se a utilidade do método para o contexto das atividades não industrializadas da construção civil.

5.4.3 Facilidade de Uso

O avaliador relatou que houve dificuldade para realizar a análise inicial em ambos os estudos, devido à complexidade e amplitude dos conceitos, que exigem grande reflexão a respeito do que cada ação representa. Desta forma, mostra-se necessário descrever com maior clareza a delimitação de cada conceito.

Por outro lado, na etapa de análise final, considerou-se mais fácil o processo de avaliação das ações que restaram, visto que os conceitos envolvidos nesta etapa estão descritos de forma mais detalhada. No entanto, uma dificuldade relatada pelo avaliador ao utilizar o fluxograma nesta etapa diz respeito a falta de clareza em relação à necessidade de a ação estar relacionada a pelo menos um desdobramento de cada um dos critérios para ser considerada crítica ou não. De acordo com o pesquisador, basta a relação da ação com apenas um dos critérios para que ela seja considerada uma PCT. Portanto, enfatizar tal condição no fluxograma do método pode facilitar o entendimento das informações e, conseqüentemente, levar à obtenção de melhores resultados.

Outro importante ponto levantado pelo avaliador foi a natureza subjetiva das análises propostas pelo método, podendo levar a diferentes resultados, a depender da percepção do indivíduo responsável por utilizá-lo. Apesar de representar uma fraqueza do artefato proposto, este fator pode ser melhorado a partir da análise das ações de forma consensual entre os gestores da obra (engenheiros, mestre de obras e encarregados), ou seja, a partir de diferentes visões, evitando qualquer julgamento a partir de uma visão unilateral. Isto fortalece a consistência da análise, visto que a percepção de pessoas com diferentes níveis de conhecimento do processo pode contribuir de forma positiva para a análise criteriosa das ações como críticas para o trabalho. Uma evidência deste fato foi a divergência na opinião, durante a discussão de avaliação dos resultados, de que algumas ações poderiam não ser caracterizadas como críticas. Esta divergência foi resultado das diferentes percepções entre os participantes da discussão de avaliação dos resultados, a respeito da caracterização da ação, que poderiam acarretar mudanças nos resultados. Com isso, a proposta de uma análise realizada em grupo, consensualmente, mostrou-se suficiente para a melhoria desta fraqueza do método.

Por fim, a avaliação do método permitiu a percepção de pontos de melhorias, tanto em relação à utilidade das etapas que compõem o método, quanto para a facilidade da aplicação do mesmo. Na próxima sessão estão destacadas as principais melhorias, bem como a estruturação final do fluxograma do método.

5.5 MELHORIAS PERCEBIDAS A PARTIR DA AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Após esta avaliação, alguns pontos destacados pelo avaliador durante a reunião de avaliação do método foram considerados importantes para a melhoria de sua estruturação. Dentre as alterações realizadas estão:

- Aplicação do método por mais de um membro da equipe responsável pela gestão da obra;
- Decisão das ações que compõem as PCTs a partir de uma análise consensual;
- Necessidade da observação inicial das ações do trabalho de forma ininterrupta;
- Não utilização do constructo Repetição como fator de decisão dentro do fluxograma, visto que tal característica é indispensável às PCT e que as informações coletadas ao longo da aplicação do método devem ser necessariamente ações que se repetem.
- Caracterização de uma parcela como crítica a partir da correlação com qualquer desdobramento da Ficha e Análise final;

A partir destas melhorias apontadas, houve a necessidade de delimitar os conceitos relacionados aos critérios de descarte das ações na etapa de análise inicial. Desta forma define-se:

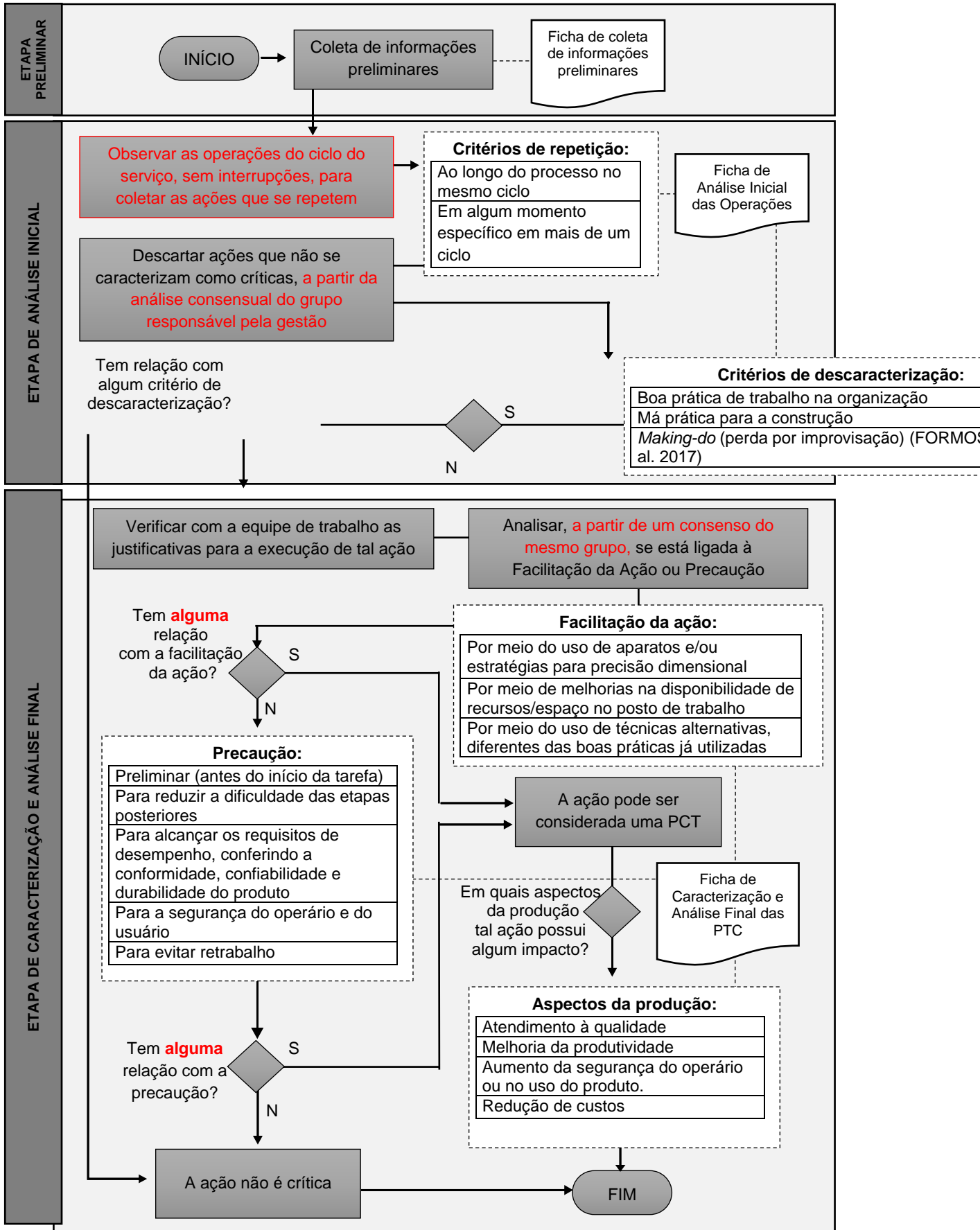
- (a) Boas práticas de trabalho: conhecimento explícito já disseminado entre a equipe de trabalho. Pode ser difundido por meio de treinamentos, descritos em manuais de boas práticas de trabalho ou POPs. Quando há mais de uma equipe executando a mesma atividade, pode ser identificado a partir da repetição da mesma ação por todos das equipes de trabalho. Quando a atividade é executada por uma equipe numerosa, em que há alternância de operários para a execução da mesma tarefa, deve-se investigar com maior profundidade se uma ação executada por todos os operários já é formalizada e disseminada na organização ou se foi apenas parte de um processo de socialização entre a própria equipe.

Além disso, ações triviais para a execução do serviço também são consideradas boas práticas, visto que são ações que são conhecidas e praticadas por todos, uma vez que leva a resultados reconhecidamente bons.

- (b) *Making-do*: decorre de situações em que uma determinada atividade é iniciada ou dá prosseguimento sem que todos os recursos necessários para a sua execução estejam disponíveis: materiais, equipamentos, ferramentas, recursos humanos, condições externas e informações. Isto leva à execução de ações que, por meio de improviso, buscam dar continuidade ao trabalho, levando a perdas relacionadas redução da qualidade, retrabalho, redução da produtividade, motivação reduzida, desperdício de material e pouca segurança.
- (c) Más práticas: referem-se às práticas que infringem alguma regra normativa. Além disso, más práticas podem ser consideradas ações que, mesmo com a disponibilização de todos os recursos, levam a perdas na produção. Desta forma, para que sejam corretamente detectadas, o agente responsável pela identificação das PCT deve ser detentor do conhecimento técnico do processo.

Por fim, a estrutura final do fluxograma também sofreu algumas alterações e estão destacadas na figura 38.

Figura 38 – Fluxograma para aplicação do método



Fonte: O autor

6 CONCLUSÕES

6.1 CONCLUSÃO

Com esta pesquisa, pretendeu-se elaborar um método para identificar as PCTs, com o intuito de contribuir para a padronização na construção civil. O objetivo da pesquisa derivou de um problema detectado por pesquisas anteriores, de que métodos de trabalho demasiadamente detalhados não promoviam bons resultados no contexto da construção civil. Isto porque tal condição dificultava a adesão de padrões detalhados pela equipe de trabalho.

Tendo em vista o propósito deste trabalho, adotou-se a *DSR* como abordagem de pesquisa, visto que promove a proposição de um artefato que resolve um problema prático, ao mesmo tempo em que apresenta contribuições teóricas.

Esta pesquisa foi delineada a partir das seguintes etapas: (a) revisão bibliográfica a respeito da gestão da produção e padronização; (b) identificação do problema de pesquisa; (c) fase de compreensão com um estudo exploratório; (d) fase de desenvolvimento com dois estudos empíricos; e (e) fase de avaliação do artefato.

A fase de compreensão (entendimento teórico e prático do tema) foi conduzida com o intuito de obter tal caracterização e se desenvolveu a partir das seguintes etapas: (a) revisão da literatura e discussão em grupo para definir os aspectos que levam a ações críticas dos operários; (b) estudo exploratório realizado em uma empresa especializada em montagem e instalação de móveis planejados, tendo os aspectos levantados na etapa anterior como ponto de partida para apoiar a coleta de dados; e (c) obtenção de um protocolo com a caracterização inicial das parcelas críticas do trabalho. Este protocolo foi construído a partir da análise e reflexão dos dados obtidos no estudo exploratório e foi utilizado para apoiar a coleta nos estudos empíricos na fase de desenvolvimento.

Para a fase de desenvolvimento, foram realizados dois estudos empíricos. Ambos foram voltados à consolidação de um protocolo para caracterização das PCTs e ao levantamento das dificuldades para identificá-las.

O EE1 foi realizado em atividades de acabamento (assentamento de revestimento cerâmico de pisos e paredes). A escolha por atividades de acabamento

se justificou em função das semelhanças com a atividade de montagem e instalação de móveis planejados. A similaridade destas atividades diz respeito não apenas aos requisitos de precisão dimensional, mas também de esmero na execução das tarefas, por exemplo, que permitiram avaliar a replicação das evidências levantadas no estudo exploratório, ao caracterizar as PCTs naquele contexto. Neste estudo, buscou-se avançar na caracterização das PCTs, contribuindo para a consolidação do protocolo. Além disso, este estudo propiciou importantes percepções que contribuíram para a elaboração do método, artefato desta pesquisa.

Já o EE2 foi realizado em atividades da fase bruta da construção (montagem de forma de pilar). Neste estudo, objetivou-se expandir o uso do protocolo à outras fases da construção. Embora o protocolo já estivesse consolidado, este estudo foi importante para ampliar a percepção de contribuições para a consolidação do método final. A partir destes dois estudos, o pesquisador elaborou um método para identificar as PCTs na construção civil.

O método para identificação das PCTs foi dividido em três etapas: (a) etapa preliminar; (b) etapa de análise inicial; e (c) etapa de caracterização e análise final das PCTs. A etapa preliminar foi definida com o intuito de facilitar a análise do serviço e antecipar informações que dão suporte à identificação de possíveis ações que compõem as PCTs. Estas informações também estão relacionadas às especificações de conformidade do produto. Tais informações consistem no conteúdo dos POPs e das FVS, respectivamente.

Após coletadas as informações preliminares, inicia-se a segunda etapa que consiste na análise inicial das operações. Nesta etapa, ocorre o processo de observação detalhada das ações do serviço, para que sejam identificadas todas as ações que se repetem ao longo do ciclo ou em algum momento específico em mais de um ciclo do trabalho. Ainda nesta etapa de identificação das PCTs, são descartadas todas aquelas ações que se enquadram nos critérios que descaracterizam uma ação como PCT, sendo elas: (a) boas práticas de trabalho; (b) *Making-do*; ou (c) más práticas.

Por fim, inicia-se o processo de análise final e caracterização das PCTs, por meio da avaliação das ações do trabalho que restaram, com relação aos critérios relacionados à Facilitação da Ação ou Precaução, constructos que caracterizam as PCTs. Para a realização desta etapa, o agente responsável pela identificação deve

se apropriar das justificativas dadas pelos operários, com o intuito de entender profundamente a real importância daquela ação. Por fim, faz-se uma análise sobre em que aspectos da produção tal ação possui impacto.

Após a elaboração do método, este artefato foi avaliado a partir de sua aplicação em dois serviços da construção (instalação de forro e instalação de bancadas) por um engenheiro civil mestrando. Na oportunidade foram avaliadas a utilidade do método e a facilidade de uso. A partir de uma discussão entre o avaliador, uma doutora e o pesquisador a respeito da aplicação do método nestes dois serviços, este foi considerado útil por levar a identificação das PCTs. No entanto, mesmo levando aos resultados esperados, o método foi considerado subjetivo em relação às decisões a respeito das características das ações, principalmente na etapa de análise inicial. Tal subjetividade levou a insegurança e dificuldade ao definir de forma objetiva quais eram as PCT ou não. Contudo, durante a reunião de avaliação do método, considerou-se que a análise a partir de um consenso entre pessoas com diferentes níveis de conhecimento a respeito do processo, é capaz de levar a resultados consistentes. Para isso, propôs-se que o método seja aplicado por mais de um membro da equipe responsável pela gestão da obra, para que as análises inicial e final sejam realizadas de forma consensual, tornando o método menos subjetivo.

A partir da avaliação do método, foram realizados ajustes na estrutura definida inicialmente, com o intuito de melhorar a aplicabilidade do método, tornando-o mais claro e preciso.

Para alcançar tal objetivo geral, outros específicos também foram propostos, sendo eles: (a) definir o que é a PCT; (b) caracterizar as PCT no contexto da construção civil.

Atendendo ao primeiro objetivo específico, com base nos estudos realizados, definiu-se que as PCT são ações não triviais que representam as melhores soluções para a operação, oriundas de decisões atreladas ao conhecimento tácito do trabalhador. Tais ações são vistas com potencial para converter-se em boas práticas dentro da empresa, visto que possuem repercussões positivas para o processo, quando devidamente disseminadas.

Com relação ao segundo objetivo específico, durante a fase de desenvolvimento desta pesquisa, abstraiu-se das situações identificadas como

críticas ao trabalho, as diversas características que ocasionavam repercussões positivas ao processo. Todas as características identificadas foram correlacionadas a três principais, sendo elas, Repetição, Facilitação da Ação e Precaução. Estas três características são constructos, que ao serem desdobrados, levam à uma identificação desta parcela do trabalho no contexto da construção civil. Os desdobramentos do constructo Repetição dizem respeito às ações que: (a) repetem-se ao longo de todo o ciclo do trabalho; ou (b) em algum momento específico em mais de um ciclo do trabalho. Quanto à Facilitação da ação, os desdobramentos se referem: (a) ao uso de aparatos ou estratégias para precisão dimensional; (b) a melhorias da disponibilidade de recursos/espço no posto de trabalho; assim como (c) ao uso de técnicas alternativas, ou seja, diferentes ou complementares às boas práticas já utilizadas. Por fim, em relação à precaução, tais ações podem estar atreladas: (a) ao alcance das especificações de qualidade do produto; (b) à redução de retrabalho; (c) à redução de dificuldades nas etapas posteriores; assim como (d) à segurança do trabalhador e do usuário na fase de uso do produto. Todas estas particularidades caracterizam as PCT no contexto da construção civil.

Por se tratar de uma pesquisa construtiva, são esperadas contribuições práticas e teóricas, relacionadas ao objetivo deste trabalho. A contribuição teórica diz respeito às ações de simulação, que apareceram com frequência como PCT dentro dos serviços, justamente por levarem a uma facilitação da ação para o alcance da precisão dimensional, um importante fator para o alcance da qualidade nos serviços da construção. No entanto, devido ao caráter artesanal e à dependência da habilidade das pessoas, nem sempre é possível garantir as dimensões pré-determinadas em projeto, por exemplo. Por isso, há necessidade de ajustes nos diversos componentes que são utilizados na construção. Desta forma, simular a peça no local pode representar uma forma de lidar com a variabilidade na construção sem que haja perdas ou necessidade de retrabalho.

Da mesma forma, outras características de importantes ações foram identificadas e organizadas em um protocolo. Tal caracterização, ao ser inserida como parâmetro de análise no método proposto, permite a identificação de importantes ações que ocorrem no nível operacional, oriundas do conhecimento tácito do trabalhador, com potencial para se tornarem partes do padrão na organização.

Por fim, a contribuição prática desta pesquisa consiste no uso das características levantadas no processo de identificação das PCT, como forma de justificar, dentro dos treinamentos, por exemplo, a importância da execução destas ações. Tais justificativas são indispensáveis para conscientização e adesão do padrão por parte dos operários.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

A partir desta pesquisa, recomenda-se outros pontos de investigação para trabalhos futuros com relação às PCT:

- Empregar abordagens de prototipagem, tal como o FRS, como ferramenta potencial para apoiar a identificação das PCT.
- Definir diretrizes para o detalhamento das PCTs em POPs, com o intuito de comunica-las aos operários de forma eficiente, para que sejam devidamente aderidas pela equipe de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. A. V. O mecanismo da função produção: A análise dos sistemas produtivos do ponto de vista de uma rede de processos e operações. **Revista produção**. Belo Horizonte: v.4, n.1, p.33-46, 1994.
- ASKIN, R. G.; GOLDBERG, J. B. **Design and Analysis of Lean Production Systems**. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2008.
- BALLARD, G.; HOWELL, G.. Shielding Production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 124, n.1, p. 11-17, Nova York, 1998.
- BALLARD, G.; KOSKELA, L.; HOWELL, G.; ZABELLE, T. Production System Design in Construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9. **Proceedings...** Singapore, Singapore, 2001.
- BALLARD, H. G.; HOWELL, G. An update on last planner. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Virgínia. **Proceedings...** Virgínia, 2003.
- BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher. 1977.
- BARROS NETO. J.P. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1999.
- BATHIKKA, M. G. Quality management practice in highway construction. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.20, n.5, p. 532-550, 2002.
- BENETTI, H. P. **Diretrizes para avaliar a estabilidade do fluxo de valor sob a perspectiva da mentalidade enxuta**. 2010. 177 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 2010.
- BERGER, A. Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. **Integrated Manufacturing Systems**, v.8, n.2, p. 110-117, 1997.
- BIOTTO, C.; KAGIOGLOU, M.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Comparing Production Design Activities and Location-Based Planning Tools. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 25. **Proceedings...** Heraklion, Greece, 2017.

BLAKSTAD, H. C.; HOVDEN, J.; ROSNESS, R. Reverse invention: An inductive bottom-up strategy for safety rule development: A case study of safety rule modifications in the Norwegian railway system. **Safety Science**, v.48, p. 382-394, 2010.

BORYS, D. The role of safe work method statements in the Australian construction industry. **Safety Science**, v.50, p. 210-220, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/251614882_The_role_of_safe_work_method_statements_in_the_Australian_construction_industry>. Acesso em: 13/08/2017.

CAMPOS, V. F. **Qualidade total: padronização nas empresas**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2004.

CARIN JR, G. C.; SAURIN, T. A.; HAVINGA, J.; RAE, A.; DEKKER, S. W. A.; HENRIQSON, E. Using a procedure doesn't mean following it: A cognitive systems approach to how a cockpit manages emergencies. **Safety Science**, v.89, p.147-157, 2016.

CHAPMAN, P.; BERNON, M.; HAGGETT, P. Applying selected quality management techniques to diagnose delivery time variability. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 28, n.9, p. 1019 – 1040, 2011.

CLEGG C. Sociotechnical principles for system design. Elsevier, **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 463 – 477, 2000.

CIBORRA, C. U. Notes on Improvisation and Time in Organizations. **Primavera Working Paper**, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, p. 98-14, 1998.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. Ed. São Paulo: Atlas. 2007

CUNHA, M. P.; CUNHA, J. V.; KAMOCHE, K. Organizational Improvisation: what, when, how and why. **International Journal of Management Reviews**, v. 1, n. 3, p. 299-341, 1999.

DEKKER, S. Failure to adapt or adaptations that fail: contrasting models on procedures and safety. **Applied Ergonomics**, v. 34, p. 233-238, 2003.

DEKKER, S. **Ten Questions about Human Error: A New View of Human Factors and System Safety**, 1 ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.

DESAI, V.M., Rule violations and organizational search: a review and extension. **International Journal Management Review**, v. 12, n. 2, p. 184–200, 2010.

FAZINGA, W. R. **Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado**. 2012. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2012.

FAZINGA, W. R.; SAFFARO, F. A. Identificação dos elementos do trabalho padronizado na construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 27-44, jul./set. 2012

FIREMAN, M. C. T.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Integrating production and quality control: Monitoring making-do and unfinished work. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings...**Fortaleza, p. 515-525, 2013.

FORMOSO, C. T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 183-197, 2017.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Ed. Universidade de Caxias do Sul, 1996.

GONZALEZ, S. S. **Protocolo de avaliação de compatibilidade entre a gestão de procedimentos e a complexidade de um Sistema sócio-técnico**. 2012. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012.

GONZALEZ, V.; ALARCON, L. F.; MOLENAAR, K. Multiobjective design of work-in-process buffer for scheduling repetitive building projects. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 95-108, 2009.

GROTE, G. Promoting safety by increasing uncertainty-Implications for risk management. **Safety Science**, v.71, p.71-79, 2015.

GROTE, G.; WEICHBRODT, J.; GUNTER, H. Conindation in high-risk organizations: the need for flexible routines. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON ORGANIZATIONAL ROUTINES, 3., Strasbourg, France, 2007. **Proceedings...** France, 2009.

GROTTO, D. Um olhar sobre a gestão do conhecimento. **Revista de Ciências da Administração**, v. 3, n. 6, p. 31-38, 2001.

HALE, A. R.; SWUSTE, P. Safety rules: procedural freedom or action constraint? **Safety Science**, v.29, n.3, p.163-177, 1998.

HALE, A.R.; BORYS, D. Working to rule or working safely? Part 2: The management of safety rules and procedures. **Safety Science**, v.55, p.222-231, 2013a.

HALE, A.R.; BORYS, D. Working to rule, or working safely? Part 1: A state of the art review. **Safety Science**, v.55, p.207-221, 2013b.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D. **Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering**. Boca Raton: Taylor & Francis / CRC, 2005.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. **A ciência da fábrica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

HOWELL, G.; BALLARD, G. Design of construction operations. **White paper 04**. Lean Construction Institute, 1999.

IMAI, M. **Gemba kaizen: Uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

JURAN, J. M. **Planejamento para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1995

KARA, S.; KAYIS, B. Manufacturing flexibility and variability: an overview. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 15, n. 6, p. 466 – 478, 2011.

KONDO, Y. **Human motivation: a key factor for management**. Tokyo: 3A Corp., 1991.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 298 p. Tese (Doctor of Philosophy) - VTT Technical Research Centre of Finland. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.

KOSKELA, L. Making-do: The Eighth Category of Waste. In: In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., Helsingor, 2004. **Proceedings...** Helsingor, pp. 131-141, 2004.

KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M. On the metaphysics of production. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13., 2005, Sydney, Australia. **Proceedings...** Sydney, 2005.

KREMER, A. **Diretrizes para elaboração do projeto da produção para atividades da construção civil**. 2016. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2016.

LACOMBE, F. J. M. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Saraiva, 2009.

LIKER, J. K. **The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004.

LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O Talento Toyota: o modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoa**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LILLRANK, P. The Quality of Standard, Routine and Nonroutine Processes. **Organization Studies**, v. 24, n. 2, p. 215-233, 2003.

LOPES, A. D. **Uso do projeto da produção para a padronização dos processos construtivos na construção civil.** 2016. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2016.

LUKKA, K. **The constructive research approach.** In: Case study research in logistics. Series B1. Turku: Turkey School of Economics and Business Administration, p. 83 – 101, 2003.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Supports Systems**, v.15, n.4, p. 251-266, 1995.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. Método para aplicação do trabalho padronizado. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 17-27, 2013.

MAROSSZEKY, M.; THOMAS, R.; KARIM, K.; DAVIS, S.; MCGEORGE, D. Quality Management Tools for Lean Production - Moving From Enforcement to Empowerment. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10. **Proceedings...** Gramado, Brasil, 2002.

MONDEN, Y. **Toyota production system:** as integrated approach to just-in-time. 3rd. ed. Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press, 1998.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações.** 5 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

NIEPCE, W.; MOLLEMAN, E. Work design issues in lean production from a Sociotechnical Systems Perspective: Neo-Taylorism or the next step in Sociotechnical design? **Human Relations**, v. 51, n. 3, 1998.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação do Conhecimento na Empresa:** como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

ORTMAN, Gunter. On drifting rules and standards. **Scandinavian Journal of management**, v. 26, p. 204-214, 2010.

PARMIGIANI, A; GRENVILLE, J. H. Routines Revisited: Exploring the Capabilities and Practice Perspectives. **The Academy of Management Annals**, v.5, n.1, p. 413-453, 2011.

PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPENTE TEAM. **Standard work for the shopfloor.** New York: Productivity Press, 2002.

RIBEIRO, A. L. Teoria da Administração. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto alegre, 2007.

ROCHA, C. G.; KEMMER, S. Integrating product and process design in construction. **Construction Management and Economics**, v. 36, n. 7, 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2018.1464198>>. Acesso em: 23/05/2018.

RONEN, B. The complete kit concept. **International Journal of Production Research**, London, v. 30, n. 10, p. 2457-2466, Oct. 1992.

SAFFARO, F. A.; SILVA, A. C. . Um diagnóstico da padronização em canteiro de obras: estudo de caso de empresas de Londrina/PR. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12. **Anais...** Fortaleza, 2008.

SAMIR, M.; ROLLER, T.G.; TOMMELEIN, I.D.; KHANZODE, A. Priority Conversations: A Case Study on Priority Walls' In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15. **Proceedings...** Michigan, 2007.

SANTOS, A.; FORMOSO, C. T.; TOOKEY, J. E. Expanding the meaning of standardization within construction process. **The TQM Magazine**, York, Engl., v.14, n1., p.25-33, 2002.

SAURIN, T. A.; GONZALEZ, S. S. Assessing the compatibility of the Management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: Case study of a control room in an oil refinery. **Applied Ergonomics**, v. 44, p. 811-823, 2013.

SCARAMUSSA, T. R. **Mapeamento das relações causais entre as perdas retrabalho, falta de terminalidade, trabalho em progresso e making-do**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 2017.

SCHRAMM, F. K.; SILVEIRA, G. L.; PAEZ, H., MESA, H.; FORMOSO, C.T.V.; ECHEVERRY, D. Using discrete-event simulation to support decision-makers in production system design and operations. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 16., Manchester, 2008. **Proceedings...** Manchester, pp. 131-141, 2008.

SHAABAN, S.; MCNAMARA, T.; HUDSON, S. The effects of unbalancing operation time variability on the performance of unreliable lines. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24, n. 3, p. 428 – 447, 2013.

SHINGO, S. **Sistema de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhoria contínua**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas. 2007.

SMALLEY, A. Estabilidade é a passe para o sucesso da produção *lean*. **Lean Institute Brasil**, 2005. Disponível em: <https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_94.pdf>. Acesso em: 18/05/2018.

SNOWDEN, D., BOONE, M., A leader's framework for decision making: wise executives tailor their approach to fit the complexity of the circumstances they face. **Harvard Business Review**, Boston, p. 69-76. Nov. 2007.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. 137 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

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

TREVILLE, S. ANTONAKIS, J. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v.24, n.2, p.99-123, 2005.

TSAO, C.C.Y.; TOMMELEIN, I.D. Integrated Product-Process Development by a Light Fixture Manufacturer In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 9. **Proceedings...** Singapore, 2001.

TSAO, C.C.Y.; TOMMELEIN, I. D.; SWANLUND, E. S.; HOWELL, G. A. Work Structuring to achieve integrated product-process design. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, n. 16, 2004.

TSAO, C.C.Y. **Use of work structuring to increase performance of project-based production systems**. 2005. 325 p. Dissertation (Doctor of Philosophy in Civil and Environment Engineering). University of California, Berkeley, 2005.

UNGAN, M. C. Standardization through process documentation. **Business Process Management Journal**, v.12, n.2, p. 135-148, 2006.

VISWANADHAM, N.; RAGHAVAN, N.R.S. Flexibility in manufacturing enterprises, **Proceedings in Engineering Sciences**, v. 22, n. 2, pp. 135-63, 1997.

VAISHNAVI, V. K.; KUECHLER, W. J. Introduction to Design Science Research in Information and Communication Technology. In: **Design Science Research Methods and Patterns-Innovating Information and communication Technology**, p.7-30, 2005.

VAN AKEN, J. E. Management research as a design science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. **British Journal of Management**, v.16, p.19-36, 2005.

VERA, D.; CROSSAN, M. Improvisation and innovative performance in teams. **Organization Science**, Providence, RI, v. 16, n. 3, p. 203-224, 2005.

WEICHBRODT, J. Safety rules as instruments for organizational control, coordination and knowledge: Implications for rules management. **Safety Science**, v.80, p.221-232, 2015.

WEICHBRODT, J.; GROTE, G. Rules and routines in organizations: a review and integration. In: **International Conference on Organizational Routines, 4**. Nice, França, 2010.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.