

Victor Felix de Mesquita
Jody Campos
Débora de Góis Santos

DESENVOLVIMENTO DE JOGO DIDÁTICO
PARA TORNAR PRÁTICO
O USO DAS ATIVIDADES QUE
CONTRIBUEM PARA A
MELHORIA DE PROCESSO:
**ELEVAÇÃO DA
ALVENARIA
ESTRUTURAL**



Victor Felix de Mesquita
Jody Campos e Débora de Góis Santos

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DIDÁTICO
PARA TORNAR PRÁTICO O USO DAS
ATIVIDADES QUE CONTRIBUEM PARA A
MELHORIA DE PROCESSO: ELEVAÇÃO
DA ALVENARIA ESTRUTURAL**



Fortaleza-CE
2022

FICHA TÉCNICA:

Editor-chefe: Vanques de Melo
Diagramação: Vanques Emanuel
Capa: Vanderson Xavier
Produção Editorial: Editora DINCE
Revisão: Os Autores

CONSELHO EDITORIAL:

Dr. Felipe Lima Gomes (Mestre e doutor pela UFC)
Prof. e Ma. Karine Moreira Gomes Sales (Mestra pela UECE)
Francisco Odécio Sales (Mestre pela UECE)
Roberta Araújo Formighieri (Metrando pela UNIFRO)
Dr. Francisco Dirceu Barro
Prof. Raimundo Carneiro Leite
Eduardo Porto Soares
Alice Maria Pinto Soares
Prof. Valdeci Cunha

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

CAJAJEIRAS, Cláudio Cesar de Aguiar,
Análise da vulnerabilidade e risco à escassez hídrica no Semiárido - Caso de
estudo Ibaretama/CE

Fortaleza – Ceará. Editora DINCE, 2022 – 262p. Impresso

ISBN: 978-85-7872-566-2

***DOI: 10.56089/978-85-7872-566-2**

1. Boas práticas; 2. Atividades facilitadoras;
3. Construção enxuta; 4. Jogos e simulações.

*Acesso ao registro DOI: <https://doi.org/10.56089/978-85-7872-566-2>

NOTA DA EDITORA

As informações e opiniões apresentadas nesta obra são de inteira responsabilidade do(s) autor (es).

A DIN.CE se responsabiliza apenas pelos vícios do produto no que se refere à sua edição, considerando a impressão e apresentação. Vícios de atualização, opiniões, revisão, citações, referências ou textos compilados são de responsabilidade de seu(s) idealizador (es).

Impresso no Brasil
Impressão gráfica: **DIN.CE**

CENTRAL DE ATENDIMENTO:

Tel.: (85) 3231.6298 / 9.8632.4802 (WhatsApp)
Av. 2, 644, Itaperi / Parque Dois Irmãos – Fortaleza/CE

AGRADECIMENTOS

À Professora Débora de Gois Santos, pela orientação, por despertar o interesse em ingressar no universo da Construção Enxuta, pelo estímulo e atenção, por toda paciência para tirar dúvidas e pelas críticas que contribuíram para esta dissertação e que me fizeram amadurecer profissionalmente.

À UFS (Universidade Federal de Sergipe) e ao PROEC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), pela oportunidade concedida em progredir didática e cientificamente.

Aos amigos da PREFCAMP/UFS (Prefeitura do Campus de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe), em especial a Marcelo Gama, Djalma Arruda e Manoel Cabral, pelo apoio, aprendizado e, principalmente, pela amizade.

Ao Professor Luiz Fernando M. Heineck (Universidade Federal do Ceará), pelas contribuições durante o período de pesquisa.

Aos Professores Alcigeimes Batista Celeste (PROEC/UFS) e Veruschka Vieira Franca (NPR/UFS – Núcleo de Engenharia de Produção), pelos direcionamentos dados durante a fase de qualificação, fundamentais para o andamento desta pesquisa.

A todos que contribuíram para a etapa de validação e aplicação do jogo didático, objeto principal deste estudo, os professores: Danielle de Gois Santos, Denise Conceição de Gois Santos e Emerson Meireles de Carvalho. Os alunos do curso de graduação em engenharia civil da UFS: Ammon Santana Guimarães, José Tarcísio, Leandro Santana, Paulo Ricardo Ramos Santos, Pedro Ludovice Neto e Rafael da Silva Nascimento. E o colega mestrando Professor Marcelo Augusto Costa Maciel.

A todas as empresas que abriram os seus canteiros para a investigação do problema de pesquisa desta dissertação e aos engenheiros que participaram do estudo por meio de acompanhamento em visitas em campo, entrevistas e reuniões, em especial a Jackson da Luz Cardoso, José William Prado Nascimento, Priscila Minan de Oliveira Crus e Rodrigo Alves Andrade.

Aos meus pais, Evaldo e Júlia, e aos meus irmãos, Rafael e Samuel, por sempre estarem presentes, por todo apoio e confiança, pelos conselhos e, principalmente, pelo amor incondicional.

À minha esposa Ludmila, pelo incansável apoio, dedicação e convivência desde o início desta pesquisa, pelo constante incentivo e, sobretudo, pela sua existência, que me estimula a alcançar cada vez mais conquistas pessoais e profissionais.

À minha filha Letícia, que, mesmo ainda não presente, me inspirou a concluir esta dissertação e nos encheu de alegria e amor com a notícia de sua futura chegada a nossas vidas.

APRESENTAÇÃO

As empresas construtoras buscam melhorias de seus sistemas gerenciais. Para tanto, necessitam aplicar conceitos, métodos e técnicas enxutas, para a identificação e posterior eliminação ou redução de atividades que não agregam valor ao produto final. Nesse contexto, inserem-se as atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos. São as boas práticas que buscam eliminar fatores que gerem interrupções nos processos que ocorrem nos canteiros de obras. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um jogo didático que auxilie os gerentes de obras no uso das atividades que contribuam para a melhoria do processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural, de forma a estimular a continuidade dos fluxos de produção dentro dos canteiros de obras e a eliminação das perdas.

A metodologia foi dividida em duas fases. A primeira tratou-se da revisão de literatura e a segunda, subdividida em cinco etapas relacionadas à pesquisa de campo, envolve os procedimentos necessários para o desenvolvimento e a validação de jogo didático proposto nesta pesquisa. Para isto, procedeu-se: realização de estudo exploratório; elaboração de lista de boas práticas; elaboração, validação e aplicação de *checklist*; desenvolvimento de jogo didático e sua validação através da aplicação em forma de dinâmica de grupo, primeiramente com pesquisadores e, posteriormente, com os gerentes de três dos seis canteiros de obras em que se desenvolveram os estudos.

Como resultado da elaboração da lista de boas práticas, constatou-se que a negligência da maioria dessas atividades poderia resultar na ocorrência de perdas por *making-do* e, conseqüentemente, em retrabalhos. A aplicação do *checklist* nos canteiros mostrou que, mesmo sem perceber, os gerentes utilizam as boas práticas no seu dia a dia.

O processo de aplicação do jogo simulativo confirmou as informações observadas em campo e proporcionou uma visão geral do processo pelos gerentes. A partir daí surgiu a principal contribuição deste estudo, o jogo didático proposto é uma ferramenta que pode ser utilizada para treinar profissionais na identificação de pontos fortes e frágeis relacionados com as atividades gerenciais no processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural. Assim, espera-se que os gerentes vejam

na ferramenta um instrumento prático para identificar boas práticas no processo construtivo e que no futuro a ferramenta seja aplicada em outros processos.

AGRADECIMENTOS

À Professora Débora de Gois Santos, pela orientação, por despertar o interesse em ingressar no universo da Construção Enxuta, pelo estímulo e atenção, por toda paciência para tirar dúvidas e pelas críticas que contribuíram para esta dissertação e que me fizeram amadurecer profissionalmente.

À UFS (Universidade Federal de Sergipe) e ao PROEC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), pela oportunidade concedida em progredir didática e cientificamente.

Aos amigos da PREFCAMP/UFS (Prefeitura do Campus de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe), em especial a Marcelo Gama, Djalma Arruda e Manoel Cabral, pelo apoio, aprendizado e, principalmente, pela amizade.

Ao Professor Luiz Fernando M. Heineck (Universidade Federal do Ceará), pelas contribuições durante o período de pesquisa.

Aos Professores Alcigeimes Batista Celeste (PROEC/UFS) e Veruschka Vieira Franca (NPR/UFS – Núcleo de Engenharia de Produção), pelos direcionamentos dados durante a fase de qualificação, fundamentais para o andamento desta pesquisa.

A todos que contribuíram para a etapa de validação e aplicação do jogo didático, objeto principal deste estudo, os professores: Danielle de Gois Santos, Denise Conceição de Gois Santos e Emerson Meireles de Carvalho. Os alunos do curso de graduação em engenharia civil da UFS: Ammon Santana Guimarães, José Tarcísio, Leandro Santana, Paulo Ricardo Ramos Santos, Pedro Ludovice Neto e Rafael da Silva Nascimento. E o colega mestrando Professor Marcelo Augusto Costa Maciel.

A todas as empresas que abriram os seus canteiros para a investigação do problema de pesquisa desta dissertação e aos engenheiros que participaram do estudo por meio de acompanhamento em visitas em campo, entrevistas e reuniões, em especial a Jackson da Luz Cardoso, José William Prado Nascimento, Priscila Minan de Oliveira Crus e Rodrigo Alves Andrade.

Aos meus pais, Evaldo e Júlia, e aos meus irmãos, Rafael e Samuel, por sempre estarem presentes, por todo apoio e confiança, pelos conselhos e, principalmente, pelo amor incondicional.

À minha esposa Ludmila, pelo incansável apoio, dedicação e convivência desde o início desta pesquisa, pelo constante incentivo e, sobretudo, pela sua existência, que me estimula a alcançar cada vez mais conquistas pessoais e profissionais.

À minha filha Letícia, que, mesmo ainda não presente, me inspirou a concluir esta dissertação e nos encheu de alegria e amor com a notícia de sua futura chegada a nossas vidas.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	JUSTIFICATIVA	20
1.2	OBJETIVOS	22
1.2.1	Objetivo Geral.....	22
1.2.2	Objetivos Específicos.....	22
2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	23
2.1	O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: ORIGEM E PILARES ..	23
2.2	PERDAS NO CONTEXTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	24
2.2.1	Processos e operações no contexto do STP	26
2.2.2	Relação entre as perdas e a capacidade de produção	27
2.2.3	Categorias de perda	28
2.2.4	Perda por <i>making-do</i>	28
2.3	PRODUÇÃO ENXUTA	29
3	CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	33
3.1	BASE CONCEITUAL.....	33
3.1.1	Modelo de conversão	34
3.1.2	Modelo da Construção Enxuta.....	35
3.2	PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	36
4	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	41
4.1	A HIERARQUIA NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	42
4.2	SISTEMA LAST PLANNER™.....	44

4.2.1	Planejamento de médio prazo (<i>lookahead planning</i>).	45
4.2.2	Planejamento de curto prazo (<i>commitment planning</i>)	45
4.3	ANÁLISE DE RESTRIÇÕES	47
5	ATIVIDADES QUE CONTRIBUEM PARA A MELHORIA DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS	49
5.1	AS ATIVIDADES FACILITADORAS E O MODELO DE GESTAO DE PROCESSOS... ..	51
5.1.1	Atividades facilitadoras	51
5.1.2	Mapeamento de processos através de fluxograma.....	53
5.1.3	Diagrama de Ishikawa	54
5.1.4	Modelo de Integração (SANTOS, 2004)	55
5.2	SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES GERENCIAIS.....	57
6	APRENDIZAGEM POR JOGOS E SIMULAÇÕES.....	59
6.1	ASPECTOS GERAIS	59
6.2	UTILIZAÇÃO DE JOGOS APLICÁVEIS À REALIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	61
	Dorneles et al., 2006	62
	Depexe et al., 2006	63
	Depexe et al., 2006	63
	César F. et al., 2005.....	63
7	METODOLOGIA.....	67
7.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	67
7.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	68
7.3	FASES DA PESQUISA	70
7.3.1	Etapa 1 – realização de estudo exploratório	71

7.3.2	Etapa 2 – elaboração de lista de boas práticas.....	71
7.3.3	Etapa 3 – elaboração e validação do <i>checklist</i>	72
7.3.4	Etapa 4 – aplicação do <i>checklist</i>	73
7.3.5 didático	Etapa 5 – desenvolvimento, validação e aplicação do jogo 75	
7.4	EMPREENHIMENTOS.....	77
8	PROPOSTA DO JOGO “ESTIMULANDO PRÁTICAS – ALVENARIA ESTRUTURAL”	81
8.1	APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA..	81
8.2	CARACTERÍSTICAS DO JOGO	82
8.3	ELEMENTOS DO JOGO.....	82
8.3.1	Fluxograma.....	83
8.3.2	Setas com providências.....	85
8.3.3	Fotos	88
8.4	MANUAL DO JOGO	91
8.4.1	Objetivo	91
8.4.2	Aplicabilidade	91
8.4.3	Materiais	92
8.4.4	Participantes:.....	92
8.4.5	Instruções:	92
8.4.6	Duração	93
8.4.7	Quadro de símbolos e legendas	93
8.5	CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	94
8.6	RECOMENDAÇÕES PARA APLICAÇÃO DO JOGO	105

9	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	109
9.1	ETAPA 1 – ESTUDO EXPLORATÓRIO.....	109
9.2	ETAPA 2 – LISTA DE BOAS PRÁTICAS	110
9.3	ETAPA 3 – <i>CHECKLIST</i>	111
9.4	ETAPA 4 – APLICAÇÃO DO <i>CHECKLIST</i>	112
9.4.1	Obra A	116
9.4.2	Obra B	117
9.4.3	Obra C.....	118
9.4.4	Obra D	119
9.4.5	Obra E	120
9.4.6	Obra F	122
9.5	ETAPA 5 – JOGO DIDÁTICO	123
9.5.1	Aplicação-teste (validação)	123
9.5.2	Aplicação com gerentes.....	129
9.5.3	Considerações finais sobre o jogo e sua aplicação.....	136
10	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	139
10.1	CONCLUSÕES	139
10.2	RECOMENDAÇÕES.....	142
	REFERÊNCIAS	143
	APÊNDICES.....	155
	Apêndice A – Fichas de pesquisa utilizadas para organização das informações e caracterização dos empreendimentos em que se desenvolveu o estudo.	155
	Apêndice B – Questionário utilizado para obtenção do perfil dos participantes do Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”	198

Apêndice C – <i>Slides</i> utilizados para apresentação das regras e critérios do Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”	201
Apêndice D – Fluxograma para o processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural com atividades facilitadoras e demais boas práticas inseridas	204
Apêndice E – Lista de boas práticas para o processo construtivo de elevação da alvenaria.....	205
Apêndice F – Diagrama de <i>Ishikawa</i> para identificar boas práticas na elevação da alvenaria estrutural.....	245
Apêndice G – <i>Checklist</i> de boas práticas para o processo construtivo de elevação de alvenaria estrutural após submissão para validação	246
ANEXOS	257
Anexo A – <i>Checklist</i> atualizado de normas técnicas para o processo construtivo de alvenaria estrutural (SANTOS, 2008) - atualizado.....	257

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

AF – Atividade Facilitadora

AFG – Atividade Falha (Grave)

AFL – Atividade Falha (Leve)

BP – Boas Práticas

CE – Construção Enxuta

CEF – Caixa Econômica Federal

IGLC – International Group of Lean Construction

JIT – *Just in Time*

LC – *Lean Construction*

LPS – Sistema *Last Planner*

STP – Sistema Toyota de Produção

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se um notável crescimento do segmento da construção civil no País. Segundo Correia (2010), esta ascensão deve-se à alta dos índices de emprego formal, aumento da renda e maior acesso ao crédito, associados a um misto de demanda habitacional reprimida por décadas e ao movimento de reposição natural de moradias.

Nesse contexto, o setor da construção civil tem procurado adaptar para a sua realidade conceitos, métodos e técnicas desenvolvidas em ambientes de produção industrial (BERNARDES, 2001). Assim, o sucesso da *Toyota Motor Corporation* e do seu Sistema Toyota de Produção (STP) na indústria automobilística repercutiu nesse setor, por conseguir reduzir os custos financeiros das atividades e, ao mesmo tempo, trabalhar com limitada disponibilidade de recursos (FIREMAN, 2012). Surgiram, então, diversas tentativas de compreender as práticas do STP em um nível mais abstrato, tendo destaque a obra de Womack et al. (1992), que denominaram essa filosofia de *Lean Production*.

Na construção civil, esse conceito foi inicialmente proposto por Koskela (1992) através da Construção Enxuta (CE), que buscava a eliminação ou redução de atividades que não agregam valor ao produto final. Nesse contexto, inserem-se as atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos, identificadas na literatura como boas práticas, que buscam eliminar fatores que gerem, direta ou indiretamente, interrupções nos processos que ocorrem nos canteiros de obras. Assim, as atividades facilitadoras e as antecipações gerenciais, abordadas, respectivamente, por Santos (2004) e Machado (2003), são consideradas como boas práticas e integram esse rol de atividades.

As atividades facilitadoras e as antecipações gerenciais representam tentativas de identificar tais aspectos que possam causar interrupções, comprometendo os fluxos dos processos e das operações produtivas (MACHADO, 2003; SANTOS, 2004). A aplicação dessas ações gerenciais visa evitar (ou prevenir) que um aspecto negativo aconteça e prejudique o fluxo da produção, ou que um aspecto positivo deixe de acontecer (MACHADO, 2003). Logo, a prática dessas atividades evita a ocorrência de perdas, definidas por Ohno (1997) como perdas relacionadas a todos os recursos de produção que só aumentam os custos e não agregam valor ao

produto final. Ainda, segundo Ohno (1997), identificar e compreender as causas de cada tipo de perda que ocorre na produção é o primeiro passo para diminuir os custos e aumentar a produtividade.

Tendo como base o retrabalho, Koskela (2004) instituiu o *making-do* como a oitava categoria de perda, a qual está fortemente relacionada à ocorrência de improvisações pelas equipes de trabalho. Tais perdas são frequentes na construção civil, não só devido à grande variabilidade e incerteza, mas também pela ineficácia do planejamento e do seu controle (KOSKELA, 2004).

Diversos autores têm apontado que a falta de planejamento pode ser considerada como uma das principais causas para a ocorrência de perdas na construção. Nesse contexto, Bernardes (2001) afirma que uma possível forma de minimizar a incidência de perdas na produção é através do desenvolvimento do Planejamento e Controle da Produção (PCP). Através do PCP, é possível efetuar ações que contribuam para a identificação dos problemas gerenciais de fluxo, que geram atrasos, bem como a má utilização dos recursos e das informações (BALLARD, 2000; BERNARDES, 2001).

Nesse contexto, os jogos podem ser utilizados como ferramentas *lean* para evitar a ocorrência de descontinuidades nos processos produtivos de forma lúdica e interativa entre os gerentes de obras, estimulando o fluxo da informação e o processo de difusão do conhecimento. Os jogos são uma estratégia de aprender a fazer através da simulação de uma situação real, buscando integrar a teoria com a prática (SANTOS; LOVATO, 2007).

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com Picchi (2003), desde o trabalho pioneiro de Koskela (1992), diversos pesquisadores e empresas têm buscado interpretar os conceitos da CE para adaptar suas aplicações práticas aos canteiros de obras. Apesar de existirem diversas publicações que registram algumas dessas aplicações práticas, segundo Amaral et al. (2007), tais referências não especificam uma metodologia de incorporação desses princípios aos operários.

Para Koskela (2000), uma das barreiras para a implementação dessa teoria é a postura dos gerentes da construção, que, em geral, buscam soluções no curto prazo e concentram grande parte dos esforços somente na tentativa de concluir o trabalho. Para o autor, isto é realizado sem

observar as interferências das atividades principais com as demais operações em andamento. Deste modo, as soluções encontradas são, quase sempre, aquelas possíveis para o momento e não as mais adequadas ou eficazes (KOSKELA, 2000).

Segundo Santos (2004), os processos de construção estão sujeitos a interrupções durante seu desenvolvimento. Estas são de natureza variada, podendo estar relacionadas com a divisão dos tempos praticados em obra e com as atividades de fluxo do trabalho. Elas podem ainda ocasionar problemas com a necessidade de realocação de recursos e o aumento do prazo de produção (SANTOS, 2004).

Nesse contexto, a incorporação das atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos nos sistemas de produção e no planejamento trazem consequências positivas, tanto para a qualidade do produto final como para a produtividade nos canteiros de obra, ao evitar interrupções durante a execução das atividades por meio da utilização de técnicas *lean*.

Entre os desafios da construção civil está a disseminação de conceitos e informações para os gerentes de obras, de forma que o conhecimento gerado na estrutura funcional do canteiro de obras contribua para a adoção de boas práticas e para o processo de eliminação de perdas, principalmente das perdas por *making-do*, já que estão relacionadas à ocorrência de retrabalhos.

Pergunta-se, então: Como auxiliar os gerentes de obra a colocarem em prática a utilização das atividades que facilitam o trabalho em canteiros de obras de alvenaria estrutural?

Para responder a esta questão, o presente trabalho adotou como objeto de estudo o processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural, por se tratar de atividade considerada como gargalo, tanto para o processo de produção como para o sistema de qualidade final das edificações que utilizam a alvenaria portante. A escolha deste processo justifica-se também pela abundância de obras em alvenaria estrutural existente na cidade de Aracaju/Sergipe, o que foi favorável para a obtenção de ganhos no estudo em termos de quantidade de dados pesquisados e precisão e qualidade das informações coletadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver um jogo didático que auxilie os gerentes de obras no uso das atividades que contribuem para a melhoria do processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Contextualizar, através de revisão de literatura, os termos mais utilizados para designar as “atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos”, buscando, dentro desta denominação, as principais limitações e restrições da utilização dos termos “atividades facilitadoras” e “antecipações gerenciais”;
- Elaborar um fluxograma para o processo de elevação da alvenaria estrutural que contemple todos os procedimentos normativos e as boas práticas necessárias para estimular a melhoria contínua nos fluxos de trabalho, evitando interrupções;
- Elaborar uma lista de boas práticas para o processo de elevação da alvenaria;
- Desenvolver uma metodologia para a criação e análise de jogo lúdico e interativo a ser utilizado com gerentes de processos de elevação da alvenaria estrutural;
- Aplicar jogo didático, através um processo de dinâmica de grupo realizado com gerentes de obras de alvenaria estrutural, e avaliar os resultados obtidos a partir do processo de simulação;
- Identificar pontos positivos e falhos nas atividades de gestão que são desenvolvidas pelos gerentes no processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural.

SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: ORIGEM E PILARES

O Sistema Toyota de Produção (STP) teve origem no início da década de 1950, quando Taiichi Ohno passou a pensar em novas formas de gerenciar a produção na *Toyota Motor Company*, indústria fabricante de automóveis (LIKER, 2005).

De acordo com Ohno (1997), nesta época, o Japão havia perdido a Segunda Grande Guerra (1945), então era necessário reduzir custos. O presidente da *Toyota*, Toyoda Kiichiro, estabeleceu como meta alcançar os Estados Unidos em três anos, do contrário a indústria automobilística japonesa não sobreviveria (OHNO, 1997). Então, Ohno estudou os sistemas de produção norte-americanos, adaptou seus conceitos para a realidade japonesa da época, que se caracterizava pela escassez de recursos (materiais, humanos e de espaço físico), e aplicou novas abordagens para a produção industrial (OHNO, 1997).

Para Womack et al. (1992), criadores da produção enxuta, o que se destaca no STP é o fato dos japoneses terem estudado o modo de produção norte-americano e o aperfeiçoado, de forma a desenvolver uma maneira nova de produzir, com melhoria contínua e de acordo com a cultura local. Nesse sentido, Ohno (1997) destaca que o início do STP foi marcado pelo fato dos japoneses passarem a pensar na existência de perdas, que poderiam estar reduzindo a sua capacidade produtiva, e imaginaram que, uma vez eliminadas as perdas da sua produção, a sua produtividade deveria aumentar.

Corroborando com esta ideia, de acordo com Treville e Antonakis (2006), era financeiramente inviável, para a Toyota, manter uma elevada eficiência do sistema, diante de desequilíbrios na linha de produção, problemas de qualidade, trabalhadores com conhecimentos limitados, entre outros problemas. Os autores afirmam que a solução para a Toyota era operar com quantidades mínimas de estoque e reduzir a variabilidade em todas as suas formas, o que exigiria uma mudança de comportamento por

parte de todos os envolvidos na fábrica e o comprometimento de trabalhadores com a execução de suas tarefas e com as metas da empresa.

O *Just-in-time* (JIT) e a Autonomia são considerados os principais elementos (ou pilares) do STP (OHNO, 1997; SHINGO, 1996b). Segundo Alves (2000), eles apresentam características distintas, porém, complementares.

O JIT, segundo Shingo (1996b), corresponde à estratégia para atingir a produção com um estoque limitado. O objetivo é aumentar os lucros através da constante eliminação de perdas. Para este autor, os itens necessários para a montagem de um produto devem chegar à produção no tempo certo e somente na quantidade necessária, o que irá eliminar a existência de estoques e as perdas por superprodução. Nesse sentido, Shingo (1996a) afirma que os estoques são desnecessários e que se deve buscar a sua eliminação no processo.

Já a autonomia, é definida por Shingo (1996b) como a automação com um toque humano, ou seja, refere-se a máquinas com dispositivos de segurança de parada automática. A ideia por trás da autonomia é dar inteligência às máquinas para que as mesmas sejam capazes de detectar possíveis falhas e possam interromper a produção de forma autônoma, o que permite que apenas um trabalhador supervisione diversas máquinas (SHINGO, 1996b). De acordo com Guinato (1996), é importante ressaltar que a autonomia está mais relacionada com o conceito de autonomia do que com o conceito de automação. A autonomia, do trabalhador ou da máquina, para a parada da linha quando os problemas ocorrem é uma condição fundamental e, além disso, muitas das máquinas automatizadas necessitam da ação humana para que os problemas sejam solucionados (GUINATO, 1996).

2.2 PERDAS NO CONTEXTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

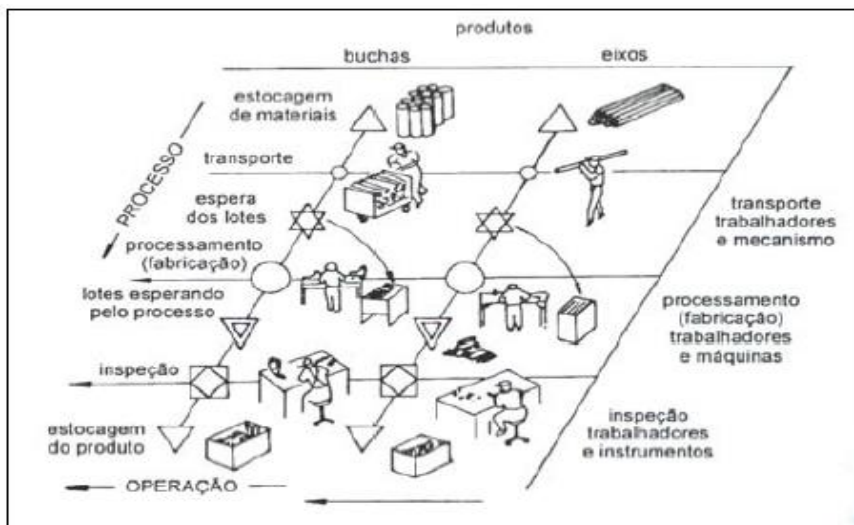
Kalsaas et al. (2012) afirmam que a perda é um dos principais conceitos na filosofia da Produção Enxuta e sua eliminação tem sido amplamente utilizada como instrumento para a melhoria na indústria da transformação, já que ela pode representar uma melhoria considerável para os custos de produção.

No contexto do STP, Kalsaas et al. (2012) ressaltam que a perda pode apresentar-se sob diversas denominações: consumo excessivo de materiais (Bossink; Brouwers, 1996; Enshassi, 1996; Formoso et al., 2002;

Nahmens; Ikuma, 2011; Skoyles, 1976), atividades que não agregam valor (Choi et al., 2002; Han et al., 2011; Koskenvesa et al., 2008; Nahmens; Mullens, 2011; Senaratne; Sexton, 2009; Yu et al., 2009), retrabalho (Hwang et al., 2009; Love e Edwards, 2004; Love, 2002; Zhao et al., 2010) e desvios de qualidade (Burati et al., 1992; Ledbetter, 1994). Ainda segundo esses autores, as perdas, muitas vezes, funcionam como um gargalo para a gestão da produção, já que elas quase sempre são apontadas como principais causas de existência de ineficiências no processo.

De acordo com Formoso et al. (2002), a definição de perdas no STP esta fortemente relacionada aos conceitos de processos e operações. Shingo (1996b) afirma que todos os sistemas de produção podem ser concebidos como redes funcionais de processos e operações (Figura 1), em que processo consiste no fluxo de materiais e informações desde a matéria prima até o produto final, enquanto operação é definida como o trabalho desempenhado para realizar essa transformação.

Figura 1 – A produção como uma rede de processos e operações



Fonte: Shingo (1996b).

Segundo Shingo (1996b), os sistemas produtivos são visualizados a partir de uma combinação do acompanhamento dos fluxos de materiais e de

peças e equipamentos no tempo e no espaço. Portanto, cada nó da rede corresponde a um encontro dos processos e das operações. Por exemplo, em um dado nó da rede pode-se ter uma operação de inspeção. Neste caso, em um dado tempo e espaço encontrar-se-ão reunidos o objeto (materiais) e os sujeitos (pessoas e equipamentos de inspeção) da produção.

Observa-se também que em outros pontos localizados no tempo e no espaço não existirá a interseção do objeto e dos sujeitos da produção. Por exemplo, uma análise para um certo tempo e espaço específico poderá identificar que um lote de material está esperando para ser processado (análise do processo) enquanto as pessoas estão executando uma preparação de uma máquina para o processamento deste mesmo lote (análise da operação).

O autor destaca que, embora pontos de vistas de análises de processos e operações sejam distintos e autônomos, estão intimamente e indissociavelmente inter-relacionados. Para maximizar a eficiência da produção, deve-se analisar profundamente e melhorar o processo antes de tentar melhorar as operações (SHINGO, 1996b).

2.2.1 Processos e operações no contexto do STP

Na tentativa de estruturar essas ideias, Shingo (1996b) apresenta o STP sob o ponto de vista da engenharia de produção, definindo processo como o fluxo de materiais (produto) de um trabalhador para outro, nos quais pode observar a transformação gradativa das matérias primas em produtos acabados.

Assim, para Shingo (1996b), o processo refere-se a quatro estágios distintos no fluxo de transformação de matérias primas em produtos. São eles: processamento, inspeção, transporte e espera.

Já as operações, referem-se à atuação das pessoas e dos equipamentos disponíveis para a execução dos procedimentos operativos no tempo e no espaço (SHINGO, 1996b). Este autor classifica-as em operações de *setup*, operações principais, folgas marginais ou não ligadas ao pessoal e folgas ligadas ao pessoal.

2.2.2 Relação entre as perdas e a capacidade de produção

Fireman (2012) argumenta que a compreensão da função produção e dos conceitos de processo e operações permitiu ao STP identificar maneiras para alcançar um melhor desempenho do sistema produtivo. Para Ohno (1997), existem duas formas de se obter ganhos de eficiência: pelo aumento da eficiência das atividades de conversão e de fluxo; e pela eliminação das atividades que não agregam valor. Segundo o referido autor, a capacidade de produção em um sistema produtivo pode ser obtida pela soma do trabalho com as perdas, de acordo com a equação a seguir:

$$\text{Capacidade de produção} = \text{trabalho} + \text{perdas}$$

O trabalho refere-se às atividades que levam o processo a efetivamente alcançar o fim desejado (OHNO, 1997). Segundo Antunes Júnior (1995), o trabalho é constituído pelos seguintes componentes:

- Trabalho efetivo – é aquele no qual as atividades modificam fisicamente os produtos/serviços, agregando valor aos mesmos;
- Trabalho adicional – composto por atividades que não agregam valor, geram custos, no entanto, suportam o trabalho efetivo, ou seja, dão suporte ao processamento propriamente dito.

Já as perdas são todas as atividades desnecessárias que geram custos e não agregam valor ao produto e que, portanto, devem ser eliminadas do sistema de produção (OHNO, 1997). Nesse sentido, Formoso et al. (2002) adotam um conceito de perda semelhante, definindo-a como qualquer ineficiência que se reflita no uso dos recursos – material, tempo (mão de obra e equipamentos) e capital – produzidos por atividades que geram custos diretos ou indiretos, mas que não adicionam valor ao produto final do ponto de vista do cliente.

Contudo, Soilbelman (1993) alerta que a redução de perdas deve considerar que elas podem existir desde que em um nível aceitável, o qual só pode ser alcançado através de mudanças significativas no nível de desenvolvimento tecnológico e gerencial da empresa. O referido autor classifica as perdas da seguinte forma:

- Perdas inevitáveis (ou perda natural) - corresponde a um nível aceitável de perdas, no qual o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada;
- Perdas evitáveis - ocorrem quando os custos de ocorrência são substancialmente maiores do que os custos de prevenção.

2.2.3 Categorias de perda

Segundo Ohno (1997), antes da implementação do STP deve-se identificar as perdas. Assim, o autor propôs sete categorias de perdas, as quais podem ser aplicadas a qualquer tipo de processo. São perdas por: superprodução; transporte; no processamento em si; estoque; fabricação de produtos defeituosos; movimentação; e espera.

Além dessas categorias, Koskela (2004) definiu o *making-do* como o oitavo tipo de perda. Situação na qual a tarefa começa antes que todos os recursos necessários estejam disponíveis para que o trabalho inicie ou continue até seu término. Sommer (2010) destaca que o termo *making-do* pode ser definido como a ação de gerenciar com o que se tem disponível, improvisar, ou, em uma linguagem mais coloquial, “dar um jeitinho”. Nesse sentido, Fireman (2012), ressalta que o retrabalho merece destaque por apresentar vínculo com algumas das sete categorias, sendo ele identificado como possível consequência da perda por *making-do*.

2.2.4 Perda por *making-do*

Segundo Koskela (2004), o *making-do* é comum na construção civil devido à alta incerteza no fluxo de diversos recursos necessários para a execução das tarefas. Nesse sentido, Koskela (2004) ressalta que o *making-do* pode ser considerado o oposto de *buffer*, pois, enquanto no *buffer* os materiais ficam esperando para serem processados, no *making-do* o processamento é iniciado antes da chegada dos materiais ou recursos necessários para a tarefa ser concluída.

Baseado no conceito de *making-do* proposto por Koskela (2004), foram realizados no Brasil uma série de estudos exploratórios a respeito da ocorrência do *making-do* (Formoso et al., 2011). De acordo com Formoso et al. (2013) esses estudos forneceram algumas percepções nas limitações dos sistemas de planejamento para evitar o *making-do*. Os autores afirmam ainda que os estudos mostraram que essa categoria de perda pode ser considerada como a origem de outros tipos de perda, como problemas de

qualidade, trabalho em progresso e retrabalho. Formoso et al. (2011) argumentam que como *making-do* é consequência de falhas na gestão de processos a montante, é razoável se esperar que existam muitas situações nas quais o funcionário envolvido crie novas formas de realizar a tarefa, utilizando os recursos disponíveis.

Para Koskela (2004), a dificuldade em controlar e reunir os recursos a tempo está relacionada com as características intrínsecas aos vários ambientes da produção. Assim, Koskela (2000) destaca que uma tarefa na construção civil é composta por sete pré-requisitos (Figura 2), e todos com uma maior ou menor incerteza.

Figura 2 – Pré-requisitos das tarefas da construção



Fonte: Adaptado por Fireman (2012).

2.3 PRODUÇÃO ENXUTA

A mudança de paradigma do setor industrial ocidental, da produção em massa para a produção enxuta, foi iniciada com um estudo desenvolvido sobre o STP e como implementá-lo em outras indústrias em termos de investimento, incentivo, pesquisa e visitas a fábricas, durante cinco anos (WOMACK et al., 1992). Tal fato culminou na elaboração do livro “A máquina

que mudou o mundo” de Womack et al. (1992), que deu origem à produção enxuta.

Womack et al. (1992, p. 3) justificaram a utilização do adjetivo “enxuta” para descrever essa nova filosofia de produção:

A Produção Enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do esforço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Zuo e Zillante (2005) destacam que o pensamento enxuto foca na redução de esforços desnecessários através da remoção de atividades que não agregam valor ao sistema de produção. Essas atividades são vistas como perdas e devem ser eliminadas (ZUO e ZILLANTE, 2005). A minimização de perdas num sistema de produção é um dos pilares da produção enxuta, tendo como exemplos de perdas os estoques excessivos, os passos desnecessários e trabalhadores ociosos (ABDELHAMID, 2004).

Brown (1998) afirma que, em plantas enxutas, a redução dos custos é alcançada através de melhorias na qualidade e atendimento às necessidades do cliente de forma mais eficaz, com uma estratégia de manufatura definida; enquanto nas plantas tradicionais, a redução dos custos advém da redução do pessoal e da qualidade dos produtos.

Lean Thinking ou Mentalidade Enxuta é um termo utilizado para denominar uma filosofia de negócios baseada no STP, o qual olha com detalhe para as atividades básicas envolvidas no negócio e identifica o que é a perda e o que é o valor a partir da ótica dos clientes e usuários (WOMACK; JONES, 1998).

Womack e Jones (1998) identificam cinco princípios do pensamento enxuto que funcionam como bases da mentalidade enxuta: especificação do valor, identificação da cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

Para Henderson e Larco (2002), a maior dificuldade na especificação do valor é que, embora ele deva ser definido pelo cliente final, só é

significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente, a um preço específico, em um momento específico. Tradicionalmente ele tem sido especificado pela empresa, ou seja, a partir do que a empresa considera um bom produto, a um bom preço, para um determinado mercado. Essa mentalidade tem levado muitas empresas ao fracasso, pois ao invés de tentarem entender o porquê da queda das suas vendas, elas “culpam” o mercado por não comprar o seu produto (HENDERSON; LARCO, 2002).

Por isso, Womack e Jones (1998) argumentam que ao invés de oferecer ao cliente o que a empresa já tem, a empresa enxuta oferece aos clientes o que eles querem. Para que a empresa produza somente o que o cliente percebe como valor, é preciso prestar atenção a cada ação necessária para a produção do produto, desde o pedido até a entrega aos clientes, desafiando cada etapa como necessária ou não, ou seja, identificar a cadeia de valor (fluxo de valor) do produto. Além de possibilitar a visualização do processo produtivo de forma sistêmica, a identificação da cadeia de valor possibilita visualizar os três tipos de ações que ocorrem ao longo da sua extensão: ações que criam valor; ações que não criam valor, mas que no momento são inevitáveis e ações que não criam valor e que devem ser evitadas imediatamente (perdas) (WOMACK; JONES, 1998).

Para os referidos autores, depois que o valor tenha sido especificado e a cadeia de valor de determinado produto identificada e, obviamente, as etapas que geram perdas, reduzidas e/ou eliminadas, o objetivo é fazer com que as etapas restantes, que criam valor, fluam. Para tanto, é necessário produzir o valor para o cliente segundo a sequência das atividades devidamente organizadas para desempenhar suas funções sem interrupções.

Assim, a Produção Enxuta é muito mais rápida e a empresa fica mais flexível para atender a demanda e suas variações, podendo, inclusive, deixar o cliente “puxar” a produção (WOMACK; JONES, 1998). Segundo os referidos autores, para a Produção Enxuta sempre há uma maneira melhor de fazer qualquer atividade, pois assim como o mercado muda, a empresa deve mudar para se adequar às novas exigências desse mercado. Assim, a busca da perfeição, ou seja, de melhoria contínua, deve ser algo constante nas empresas que queiram se manter no mercado ao longo do tempo.

CONSTRUÇÃO ENXUTA

Segundo Barros Neto et al. (2012), a partir dos conceitos e bases da produção enxuta, Koskela (1992) desenvolveu a construção enxuta (CE), definindo princípios de modo a otimizar os fluxos da produção. A CE tem por objetivo a melhoria da construção civil, através da redução de atividades que não agregam valor ao produto e da introdução de melhorias no gerenciamento de obras (KOSKELA, 1992).

O intuito dessa filosofia é conduzir os fluxos de produção para reduzir perdas e agregar valor ao produto através da busca contínua por melhorias e consideração das necessidades do cliente (KOSKELA, 2000). Nesse sentido, Heineck e Vasconcelos (2012) ressaltam que o fluxo não contínuo de execução dos serviços é prejudicial para uma obra independentemente das razões que geraram a descontinuidade. Há vezes em que a própria gerência da obra opta por quebrar o fluxo das atividades em decorrência de variáveis diversas, o que ocorre em empresas com filosofias gerenciais tradicionais (HEINECK; VASCONCELOS, 2012).

3.1 BASE CONCEITUAL

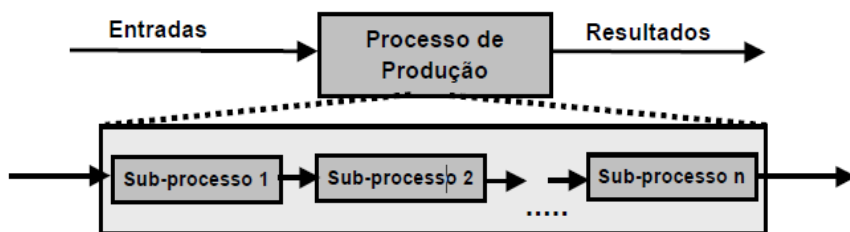
Isatto et al. (2000) explicam que a diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a *Lean Production* é principalmente conceitual. Nesse sentido, os autores afirmam que a mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos.

Koskela (1992), em um amplo trabalho direcionado para a definição da base conceitual da produção enxuta, sustenta que esta nova filosofia de produção trata-se de uma síntese e da generalização de diferentes modelos de administração, oriundos de diversas propostas sustentadas fundamentalmente pelos movimentos do JIT e da qualidade.

3.1.1 Modelo de conversão

Para Isatto et al. (2000), o modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, segundo o qual o que acontece em um sistema de produção envolve, genericamente, a entrada de determinados recursos (matérias primas), a conversão destes em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) e a saída (edificação), conforme ilustra a Figura 3. Por esta razão, este é também denominado de modelo de conversão.

Figura 3 – Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional



Fonte: Koskela (1992).

Para Koskela (1992), este modelo apresenta, implicitamente, as seguintes características:

- O processo de produção é uma conversão de entradas (insumos como materiais, informações, energia, ferramentas, equipamentos e mão de obra) em uma única saída (uma obra);
- O processo de produção pode ser dividido em subprocessos, os quais também são considerados como conversões;
- O custo do processo como um todo pode ser otimizado através da minimização do custo de cada subprocesso isoladamente;
- O valor do produto (resultado final) de um processo está associado aos custos dos insumos (entradas) consumidos.

Koskela (1992) aponta como principais deficiências do modelo de conversão:

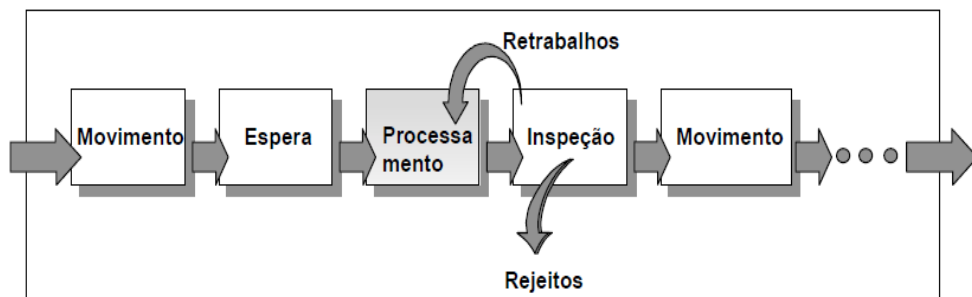
- Existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos é originada nestes fluxos físicos. Isatto et al. (2000) estimam que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, entre outros;
- O controle da produção e o esforço de melhorias tendem a ser focados nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global. Por exemplo: a introdução de um novo sistema de vedações verticais em uma obra no lugar da alvenaria convencional pode aumentar a produtividade da atividade execução de paredes, mas pode ter um impacto relativamente pequeno na melhoria da eficiência do processo como um todo, caso não haja uma redução significativa no tempo gasto em atividades que não agregam valor, tais como: transporte de materiais e esperas por parte de equipes subsequentes (ISATTO et al., 2000);
- A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, devem-se considerar os requisitos tanto dos clientes finais como internos. Por exemplo: pode-se produzir um edifício de apartamentos com grande eficiência, mas que não tem valor de mercado, por não atender aos requisitos de potenciais compradores (clientes finais). Da mesma forma, uma equipe de estrutura pode executar com eficácia o desempenho perfeito da superfície de concreto das lajes, o que, ao invés de facilitar o trabalho das equipes subsequentes (clientes internos), vai dificultá-lo, pois existe a necessidade de aderência entre as lajes e a argamassa de assentamento do piso a ser colocado.

3.1.2 Modelo da Construção Enxuta

Koskela (1992) afirma que o fundamento básico que rege a filosofia da produção enxuta consiste na consideração dos elementos do processo produtivo não apenas como uma sequência de conversões, mas também como uma série de fluxos existentes entre elas. Nesse sentido, Isatto et al. (2000) destacam que, no modelo da CE, um processo consiste em um fluxo

de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo este constituído pelas atividades de transporte, espera, processamento e inspeção (Figura 4).

Figura 4 – Modelo de processo da construção enxuta



Fonte: Koskela (1992).

A conversão é representada pelo processamento, enquanto que as atividades de inspeção, movimentação e espera, constituem o fluxo da produção, que também podem ser caracterizadas por tempo e custo, mas não agregam valor (KOSKELA, 1992).

Isatto et al. (2000) alertam que nem toda a atividade de processamento agrega valor ao produto. Por exemplo, quando as especificações de um produto não foram atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que atividades de processamento foram executadas sem agregar valor (ISATTO et al., 2000). Os autores lembram ainda que é evidente que os itens definidos nos orçamentos convencionais e nos planos de obra implicitamente contêm as referidas atividades de fluxo. Entretanto, o fato delas não estarem explicitadas dificulta a sua percepção e prejudica a gestão da produção.

3.2 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Koskela (1992) sintetizou diversos aspectos da nova filosofia de produção e tornou-os mais explícitos. O autor apresenta um conjunto de onze princípios, enfocando a necessidade de balanceamento entre conversões (operações) e fluxos (processos).

Desta forma, os princípios destacados por Womack e Jones (1998) foram apresentados por Koskela (1992) de forma mais aprofundada, principalmente na questão de como realizar as melhorias na cadeia de valor, para reduzir as perdas e atender aos desejos dos clientes. Alves (2000) afirma que esses onze princípios, estando descritos de forma genérica, podem ser aplicados em diversas áreas que compõem a disciplina de gerenciamento da construção, desde a concepção e projeto da edificação, passando pelo planejamento e construção até a entrega do produto final ao cliente.

No Quadro 1 buscou-se apresentar as principais definições de Koskela (1992) e Isatto et al. (2000) para os princípios da Construção Enxuta, bem como a relação destes com o planejamento, visto que a prática de atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos reflete positivamente no planejamento e controle da produção (PCP).

Quadro 1 – Principais considerações de Koskela, Isatto et al. e Bernardes sobre os princípios da Construção Enxuta (continua)

Princípio	Considerações (KOSKELA, 1992; ISATTO et al., 2000)	Implementação no PCP (BERNARDES, 2001)
1) Redução da parcela de atividades que não agrega valor	As atividades que não agregam valor consomem tempo, recursos ou espaço, mas não contribuem para atender aos requisitos dos clientes.	O PCP facilita a implementação desse princípio, já que busca reduzir atividades de movimentação, inspeção e espera.
2) Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	O valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos dos clientes internos e externos.	A implementação desse princípio pode ocorrer na etapa de coleta de informações. Nesse caso, a consideração dos requisitos dos clientes antes da execução de algumas operações reduz o retrabalho e as interferências nas atividades de fluxo.

3) Redução da variabilidade	A variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo, bem como a parcela de atividades que não agregam valor. Do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito.	O PCP facilita a implementação desse princípio, já que busca a proteção da produção (<i>shielding production</i>) através da consideração sistemática de tarefas passíveis de serem executadas.
4) Redução do tempo de ciclo	Necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo (inspeção, espera e movimentação).	Uma abordagem deste princípio, que pode ser implementada com o auxílio do PCP, refere-se ao ganho obtido através da divisão dos trabalhos em tarefas ou pacotes de trabalho.
5) Simplificação pela redução do número de passos ou partes	Quanto menor o número de pessoas, partes e ligações, torna-se mais fácil a redução de atividades como inspeção e movimentação.	Embora esse princípio seja mais facilmente implementado através de decisões tomadas na etapa de projeto, o PCP pode implementá-lo através de uma análise da maneira pela qual o processo é executado.
6) Aumento da flexibilidade de saída	A produção deve ser suficientemente flexível para minorar os efeitos da incerteza, que é alcançada, principalmente, através da redução do tamanho dos lotes e da utilização de equipes de produção polivalentes.	O PCP pode facilitar a implementação desse princípio na medida em que se consegue uma redução do tamanho dos lotes de materiais ou determinados subprodutos.
7) Aumento da transparência do processo	O aumento da transparência de processos tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo em que aumenta a disponibilidade de informações	Esse princípio pode ser implementado através do PCP na medida em que disponibilizam informações de acordo com a necessidade de seus usuários no ambiente produtivo.

	necessárias para a execução das tarefas.	
8) Foco no controle de todo o processo	A busca por melhorias em etapas de um processo tende a não levar em consideração o processo como um todo, o que torna o processo produtivo mais suscetível ao surgimento de perdas.	A integração entre os diferentes níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) pode facilitar a implementação desse princípio: a análise da repercussão no plano de longo prazo, dos problemas detectados no curto e médio prazo, auxilia a tomada de decisões para a melhoria de desempenho dos processos produtivos.

Quadro 1 – Principais considerações de Koskela, Isatto et al. e Bernardes sobre os princípios da Construção Enxuta (continuação)

Princípio	Considerações (KOSKELA, 1992; ISATTO et al., 2000)	Implementação no PCP (BERNARDES, 2001)
9) Introdução de melhoria contínua no processo	Os esforços em prol da redução da perda e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. A identificação das causas dos problemas de produção é muito importante para a garantia do uso eficiente dos recursos disponíveis e a consequente melhoria contínua.	Esse princípio pode ser implementado por intermédio do PCP na medida em que são analisadas as decisões tomadas, para a correção de desvios oriundos da coleta de dados no plano de curto prazo
10) Balanceamento das melhorias dos fluxos com as	a) Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em	Esse princípio deve ser observado durante a etapa de projeto, bem como ao longo da formulação da estratégia de ataque à obra. Primeiramente,

melhorias das conversões	equipamentos; b) fluxos mais controlados facilitam à implementação de novas tecnologias na conversão; c) novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo.	devem-se eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e, apenas posteriormente, avalia-se a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica.
11) <i>Benchmarking</i>	Processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou em aspectos específicos	Esse princípio pode ser implementado por meio do PCP, na medida em que se buscam novos padrões ou formas alternativas de se executar determinadas operações durante a etapa de preparação do processo.

Fonte: Adaptado de Koskela (1992), Isatto et al. (2000) e Bernardes (2001).

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Laufer e Tucker (1987) definem o planejamento como um processo de tomada de decisão com o objetivo de antecipar uma ação no futuro, com a utilização de meios eficazes para realizá-la. No mesmo sentido, Formoso (1991) define o planejamento como o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle. Com base nessas definições, percebe-se que a tomada de decisão está intrinsecamente relacionada com o planejamento, pois, segundo Bernardes (2001), é por meio do processo decisório que as metas estabelecidas nos planos podem ser cumpridas.

Ballard; Howell e Parc (1996) afirmam que o planejamento produz metas que possibilitam o gerenciamento dos processos produtivos, enquanto o controle garante o cumprimento dessas metas, bem como avalia sua conformidade com o planejado, fornecendo, assim, informações para a preparação de planos futuros.

Laufer et al. (1994), Laufer e Cohenca (1990) e Howell e Ballard (1996) corroboraram para que Alves (2000, p. 30) definisse o planejamento como:

[...] um processo complexo que produz diretrizes para governar os processos. Determina o que deve ser feito e como, sua forma de execução e sequência, a qual deve permitir a execução de forma mais eficiente possível, considerando-se aspectos técnicos. Além disso, deve identificar restrições conflitantes, os recursos necessários para a realização das atividades e o seu custo para a empresa.

O controle está relacionado com o acompanhamento do desempenho das atividades para que se tenha uma visão realista das mesmas, partindo-se de medições efetuadas durante o seu desenvolvimento (ALVES, 2000). A autora destaca ainda que faz parte do controle a tomada de decisão corretiva, quando necessário, e não somente o acompanhamento da evolução dos trabalhos. Para Harrington (1993), as

medições auxiliam no processo de tomada de decisão, estabelecendo prioridades, apontando desvios e contribuindo para previsões mais realistas. O nível de controle dedicado a um empreendimento depende do seu porte, da sua complexidade, do grau de incerteza e do nível de conclusão do projeto (COHENCA et al., 1989; FANIRAN et al., 1994).

No STP, busca-se uma ligação consistente e efetiva da função planejamento com as funções controle, execução e monitoramento (GUINATO, 1996). Para este autor, isto pode ser explicado na medida em que os defeitos vão sendo identificados na fase de execução e controle, fazendo com que essas duas últimas funções sejam fundamentais para a redução de problemas operacionais, independentemente de quão consistente e perfeito tenha sido o planejamento.

4.1 A HIERARQUIA NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O PCP pode ser representado através de duas dimensões básicas: horizontal e vertical (LAUFER; TUCKER, 1987). Estes autores afirmam que a dimensão horizontal refere-se às etapas pelas quais o processo de PCP é realizado, e a vertical, à vinculação das referidas etapas com os diferentes níveis gerenciais de uma organização, ou seja, diz respeito ao processo da hierarquização do PCP.

Em função da complexidade típica de empreendimentos de construção e da variabilidade de seus processos, em geral existe a necessidade de dividir o PCP em diferentes níveis hierárquicos (LAUFER; TUCKER, 1987). Para Isatto et al. (2000), a hierarquização é uma das principais formas de proteger a produção contra os efeitos nocivos da incerteza e da variabilidade.

Segundo Guinato (1996), o planejamento deve ser realizado em todos os níveis gerenciais da organização, devendo estes estar integrados, de forma a mantê-los sintonizados. Nesse sentido, Hopp e Spearman (1996) identificam três níveis na dimensão vertical do planejamento, os quais relacionam horizonte de tempo e escopo das decisões:

- **Estratégico** - neste nível as decisões estão relacionadas a questões de longo prazo, tais como: o que, como e onde produzir; como financiar e vender a produção; onde obter os materiais; e como operacionalizar e

conduzir a produção. O nível estratégico deve providenciar um ambiente capaz de alcançar os objetivos definidos para um determinado projeto, planejando a capacidade local de produção e a força de trabalho, com base em previsões;

- Tático - decisões relacionadas a um período de tempo intermediário, entre o longo e o curto prazo, são tomadas neste nível. O que deve ser produzido, quem vai trabalhar na produção e quais ações devem ser conduzidas para realizar a manutenção dos equipamentos são algumas das questões a serem solucionadas neste nível. O estabelecimento das quantidades de trabalho a ser realizado, bem como a sua programação e sequência em períodos pré-determinados também são decisões deste nível. Essas decisões precisam estar dentro dos limites estabelecidos no nível estratégico;
- Operacional - a designação dos trabalhos para as equipes, o controle do processo e reparos em equipamentos são aspectos que recebem maior atenção neste nível do PCP. Uma detalhada programação da produção é preparada para controlar a produção em um curto prazo. Neste nível também podem ser realizadas simulações de situações que possam trazer problemas para a produção, para que sejam analisadas e ações sejam tomadas no sentido de projetar um sistema de planejamento que possa superar esses problemas e solucioná-los.

Hopp e Spearman (1996) destacam que cada nível de planejamento requer diferentes graus de detalhes, os planos devem ser elaborados através de ferramentas consistentes entre os diferentes níveis hierárquicos da empresa. A manutenção da consistência entre esses níveis deve ser considerada, principalmente, durante a preparação dos planos (FORMOSO, 1991; ALVES, 2000).

Entretanto, Laufer e Tucker (1988) alertam que planos que contêm muitos detalhes podem mostrar-se ineficientes diante de uma situação de alta incerteza, devido ao excessivo esforço necessário para remanejá-los. A incerteza sobre a execução de uma atividade aumenta com o aumento do horizonte necessário para a implementação de um determinado plano (LAUFER; TUCKER, 1988).

Para Laufer e Tucker (1987), em ambientes incertos, uma forma de absorver essa incerteza é garantir flexibilidade à tomada de decisão através da redundância de recursos. Uma outra forma de lidar com os efeitos da incerteza é por meio da utilização de *buffers* (BALLARD; HOWELL, 1997), que, baseado em Bernardes (2001), podem ser definidos como um estoque de tempo, capacidade, materiais ou produto inacabado, que possibilite a execução das operações no canteiro de obras, caso algum problema venha

a interferir no desenvolvimento normal das atividades devidamente planejadas.

Apresentada a ideia geral de cada nível do planejamento, cabe uma abordagem minuciosa desses níveis, relacionando-os com a nova filosofia de produção. A aplicação dos conceitos da Produção Enxuta ao planejamento resulta no Sistema *Last Planner*TM de Controle de Produção.

4.2 SISTEMA LAST PLANNERTM

O Sistema *Last Planner*TM de Controle de Produção (LPS), concebido por Ballard e Howell em 1998, foi publicado definitivamente por Ballard em 2000. O LPS foi apresentado por este autor como um método de controle explicitamente dedicado à redução e gestão da variabilidade, com o objetivo principal de melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho.

De acordo com Ballard (2000), para alcançar o seu objetivo de proteger a produção contra os efeitos da variabilidade a partir de planos semanais mais confiáveis, o LPS apresenta uma estrutura hierárquica pautada em três níveis: o planejamento de longo prazo, médio prazo (*lookahead*) e curto prazo (*commitment planning*). Os dois últimos níveis utilizam-se efetivamente de práticas da construção enxuta e buscam a proteção da produção através da consideração de requisitos de qualidade para a elaboração dos planos e liberação das tarefas para a produção, em horizontes de planejamentos distintos (ALVES, 2000).

O planejamento de longo prazo tem como principal produto o plano mestre (*master plan*), que tem como papel principal estabelecer objetivos do empreendimento, incluindo as datas marco e restrições das atividades principais, podendo servir de referência para a elaboração do orçamento do empreendimento (BALLARD; HOWELL, 1998; FORMOSO et al., 1999; BALLARD, 2000). O planejamento de médio prazo, por sua vez, detalha e ajusta as etapas do plano mestre, devendo ser identificadas e removidas as restrições para a execução das atividades, com o intuito de criar uma janela de confiabilidade para a próxima etapa, que é o planejamento de curto prazo, também chamado de planejamento de comprometimento (BALLARD; HOWELL, 1998).

Como o presente estudo está relacionado com a introdução de boas práticas nos planejamentos de médio e curto prazo, a seguir, serão abordados os planejamentos *lookahead* e *commitment*.

4.2.1 Planejamento de médio prazo (*lookahead planning*).

Formoso et al. (1999) afirmam que o planejamento de médio prazo é definido como um segundo nível de planejamento tático, que busca vincular as metas fixadas no plano mestre com aquelas designadas no curto prazo. Segundo estes autores, o planejamento neste nível tende a ser móvel, sendo, por isso, denominado *lookahead planning*. Para Ballard (1997), o que proporciona o referido caráter móvel, é que a cada semana inclui-se uma nova semana no horizonte de planejamento em questão e, o plano referente à semana atual serve de base para a preparação do plano de comprometimento.

O planejamento *lookahead* é elaborado para permitir que o administrador possa identificar quais os trabalhos que deverão ser realizados nas próximas semanas (normalmente entre quatro e seis semanas), e para que ele tome as providências necessárias para que as atividades possam ser executadas ou realize uma reprogramação daquelas que não estão prontas para serem conduzidas (BALLARD, 1997).

Para este autor, além das funções anteriormente apresentadas, o planejamento de médio prazo tem outros propósitos, destacados a seguir:

- Modelar o fluxo de trabalho, na melhor sequência possível, de forma a facilitar o cumprimento dos objetivos do empreendimento;
- Facilitar a identificação da carga de trabalho e dos recursos necessários que atendam o fluxo de trabalho estabelecido;
- Ajustar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho definido;
- Possibilitar que trabalhos interdependentes possam ser agrupados, de forma que o método de trabalho seja planejado de maneira conjunta;
- Auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta entre as diferentes equipes de produção;
- Identificar um estoque de pacotes de trabalho que poderão ser executados caso haja algum problema com os pacotes designados às equipes de produção.

4.2.2 Planejamento de curto prazo (*commitment planning*)

Tommelein e Ballard (1997) afirmam que o planejamento de comprometimento ou plano de curto prazo é responsável pela designação dos pacotes de trabalho às equipes da produção, informando-as onde as

tarefas devem ser conduzidas e disponibilizando materiais, ferramentas e equipamentos necessários para a execução das tarefas. O horizonte de tempo adotado neste nível é, em geral, considerado em dias ou semanas (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

Ballard e Howell (1997) ressaltam que esse planejamento deve ser desenvolvido através da realização de ações direcionadas a proteger a produção contra os efeitos da incerteza, por meio da utilização de planos passíveis de serem atingidos e da análise das razões pelas quais as tarefas planejadas não são cumpridas.

Bernardes (2001) alerta que se deve considerar as tarefas reservas, que são aquelas consideradas como *buffers* de tarefas executáveis, identificadas durante a elaboração do *lookahead* como atividades que atendem os requisitos de qualidade do plano de curto prazo, mas que não são identificadas como prioritárias pelo plano de longo prazo (BALLARD; HOWELL, 1997). Para Choo et al. (1999), seu principal objetivo é garantir continuidade de trabalho para as equipes de produção, caso venha a ocorrer algum problema que impeça a execução das atividades designadas a essas equipes, conferindo, desse modo, um caráter contingencial ao plano de curto prazo.

De acordo com Bernardes (2001), no final do ciclo de curto prazo, procede-se ao monitoramento das metas executadas e ao registro das causas pelas quais as mesmas não cumpriram o planejado.

Entretanto, para Ballard e Howell (1997), vale ressaltar que o plano de comprometimento somente protege a produção quando as tarefas atendem aos seguintes critérios ou requisitos de qualidade:

- Definição - as tarefas devem estar definidas de forma que seja possível coordenar as equipes, identificar a quantidade de recursos utilizados ao final de um período, bem como verificar se a tarefa foi finalizada dentro do prazo estabelecido;
- Confiabilidade - esse critério relaciona-se com a questão da segurança que se deve ter ao programar uma tarefa. O planejador deve providenciar os recursos necessários e estar certo da sua disponibilidade para a realização das tarefas. Além disso, deve-se garantir que as tarefas predecessoras estejam concluídas para permitir a realização dos trabalhos planejados;
- Sequência - as tarefas selecionadas devem ter prioridade de execução diante das demais, a sua ordem de realização deve obedecer a critérios técnicos estabelecidos em projeto e de interdependência entre equipes;

- Dimensionamento - as tarefas devem ser dimensionadas de maneira que possam ser executadas, dentro do prazo estabelecido, pela equipe designada, e forneçam para a equipe seguinte uma quantidade de trabalho que esteja de acordo com as suas necessidades;
- Aprendizado - esse requisito está relacionado com a possibilidade dos gestores aprenderem com os planos anteriores. Após a implementação do plano devem ser verificados quais os fatores que contribuíram para a realização das tarefas, e quais os problemas que impediram a realização das mesmas e, então, as causas dos problemas devem ser eliminadas para que não voltem a ocorrer.

4.3 ANÁLISE DE RESTRIÇÕES

A análise de restrições é uma teoria desenvolvida por Goldratt, como forma de estabilizar a produção da indústria, e recebeu a denominação de Teoria das Restrições (GOLDRATT; COX, 1997). Segundo Santos (2004), a análise de restrições é uma das áreas de conhecimento de interesse para o estudo da descontinuidade nos processos de produção, que trata de fatores que restringem o fluxo de produção nos locais de desenvolvimento de processos. A autora ressalta que esse tema, desenvolvido dentro da Engenharia de Produção, apresenta diversas aplicações na construção civil através do sistema *Last Planner*TM.

Goldratt e Cox (1997) afirmam que a existência e o controle dos gargalos do processo são necessários para manter o fluxo de atendimento à demanda, por meio da melhoria contínua do processo de produção. Segundo esses autores, não adianta focar só naquilo que causa a restrição ao processo, é preciso enxergar o sistema de produção para evitar que se forme nova restrição.

Para a realidade da construção civil, o objetivo da análise de restrições é controlar o processo de produção durante a programação e o planejamento da obra, de forma a determinar a eficácia do sistema e apontar os motivos de falhas ou interrupções no trabalho (SANTOS, 2004).

Para Bernardes (2001), o processo de análise de restrições possibilita o aumento da continuidade das operações no canteiro e, consequentemente, a melhoria de eficácia do planejamento, mas exige que, durante a análise, os responsáveis por este processo tenham conhecimento do desempenho real do sistema de produção, bem como tenham identificado as causas dos principais problemas existentes na obra. Assim,

baseado em autores diversos¹ citados por Santos (2004), pode-se dizer que as restrições apresentam-se na construção civil com as seguintes definições:

- Restrição de recursos – consideram-se os impedimentos provocados pelos dados de entrada para a execução dos processos produtivos, na forma de materiais, mão de obra, equipamentos e absenteísmo;
- Restrições de informação – este tipo de restrição age no processo também como dado de entrada. Neste caso, as restrições referem-se a projeto (inacabado ou não disponível em canteiro, processo de aprovação e mudança), pré-requisito do trabalho, mudanças de prioridades, início tarde da tarefa, ocorrência de retrabalho, acidentes e restrições naturais;
- Restrição de processo – compreendem interrupções provocadas no desenvolvimento dos processos produtivos, na forma de conflitos espaciais, falhas de fornecedores e incertezas;
- Restrições temporais e espaciais – são aquelas provocadas por problemas na interface entre elementos construtivos, como problemas na execução de pacotes precedentes àquele que está sendo planejado ou de engenharia, tempo insuficiente e dificuldade de coordenação;
- Restrição estratégica – é originada por decisões errôneas ou a falta delas no nível tático, como programação, atitude gerencial que restrinja o trabalho em campo e cláusulas contratuais;
- Restrição de empreendimento – refere-se a impedimentos provocados pelo *layout* de canteiro, *layout* do posto de trabalho e acesso à obra.

Como a análise de restrições refere-se a interrupções e à busca por suas diversas causas durante a execução dos processos, pode-se dizer que esta pesquisa relaciona-se com essa teoria. É nesse contexto que se enquadram as atividades que contribuem para a melhoria dos sistemas produtivos na construção civil, proporcionando o devido controle dos processos e evitando interrupções no fluxo de produção.

¹ Halligan, Demsetz e Brown (1994); Ballard (1997, 2000); Ballard e Howell (1998); Cox e Spencer (1998); Choo et al. (1999); Mendes Jr. (1999); Alves (2000); Alves e Formoso (2000); O'Brien e Fischer (2000); Alves, Marchesan e Formoso (2001); Bernardes (2001); Chua e Shen (2001); Chan e Hu (2002); Conte (1998, 2002); Chua et al. (2003); Lu e Li (2003) e Sivasubramanian et al. (2003).

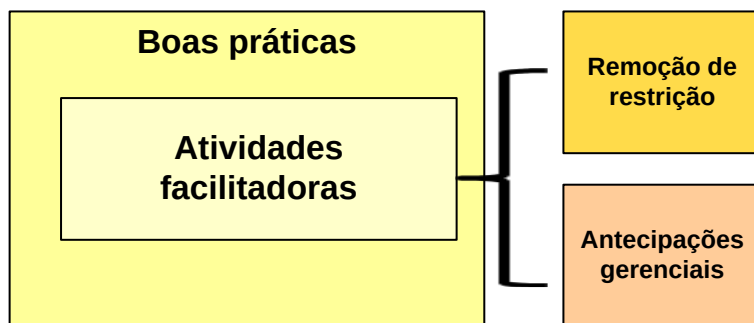
ATIVIDADES QUE CONTRIBUEM PARA A MELHORIA DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Com base em Oglesby, Parker e Howell (1989), Alves (2000), Bernardes (2001), Machado (2003) e Santos (2004), as atividades que contribuem para a melhoria dos sistemas produtivos na construção civil podem ser encontradas sob diversas denominações, desde as mais genéricas às mais específicas, como, por exemplo: boas práticas, atividades facilitadoras, antecipações, antecipações gerenciais, ações gerenciais, entre outras.

Baseado na referida literatura, para este trabalho, o termo “atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos” representa a forma mais genérica de denominação para as “boas práticas”, que visem eliminar ou reduzir, direta ou indiretamente, os fatores que gerem interrupções nos diversos processos e fluxos de produção que ocorrem dentro dos canteiros de obras. Sendo que as denominações “atividades facilitadoras” e “antecipações gerenciais” foram consideradas como termos principais, e mais específicos, utilizados para designar aquelas ações que, necessariamente, influenciam de forma direta nos fluxos, causando interrupções quando negligenciadas.

Para facilitar a compreensão, a partir das considerações feitas pelos autores citados anteriormente, elaborou-se o diagrama da Figura 5, contendo as denominações mais comuns encontradas na literatura e a delimitação considerada nesta pesquisa de cada um desses termos.

Figura 5 – Termos mais utilizados na literatura para as atividades que contribuem para a melhoria dos processos construtivos e suas delimitações



Fonte: Diagrama elaborado pelo autor.

Como é possível observar, as “boas práticas” (mais geral) englobam todo o universo de atividades possíveis. Já as “atividades facilitadoras”, podem ser divididas em dois subconjuntos: “antecipações gerenciais” e “remoção de restrição” (mais específicas).

A seguir, primeiramente foram apresentadas as atividades facilitadoras e os principais conceitos a elas relacionados, que tiveram relevância para esta pesquisa, principalmente para os procedimentos metodológicos. Para tanto, a abordagem realizada baseou-se em Santos (2004), trabalho em que a autora propõe um modelo de gestão para a identificação e inserção de atividades facilitadoras nos processos de produção em edificações.

Em seguida, foi possível realizar uma breve abordagem sobre o processo de sistematização de antecipações gerenciais, com base em Machado (2003). Em sua pesquisa, o autor apresenta uma proposta de melhoria do planejamento da produção nos canteiros de obras através da identificação e inclusão de ações gerenciais nos planos de produção.

5.1 AS ATIVIDADES FACILITADORAS E O MODELO DE GESTÃO DE PROCESSOS

5.1.1 Atividades facilitadoras

De acordo com Santos (2004, p. 17), “as atividades facilitadoras (AF’s) são aquelas que quando colocadas no sistema de produção impedem ou minimizam as paradas, ou seja, as interrupções ao longo do processo produtivo. Elas podem estar incorporadas no processo ou auxiliá-lo, e apresentam-se como atividades de produção, de apoio à produção ou ainda como informações”.

Baseado em investigação na literatura realizada pela referida autora, as AF’s têm duas origens: ações gerenciais que objetivem remover restrições (remoção de restrição) e antecipação das atividades nos planos de trabalho (antecipação de atividades previsíveis ou antecipáveis ou, simplesmente, antecipações gerenciais).

Autores como Ballard (2000); Bernardes (2001, 2004); Coelho e Formoso (2003); Codinhoto et al. (2003); Bernardes e Salvador (2004); Mendes Jr. (1999), consideram a remoção da restrição como toda a ação que visa reduzir ou eliminar imprecisões e incertezas no canteiro de obras, na construtibilidade e compatibilização dos projetos. Para Santos (2004), as restrições são problemas rígidos que devem ser removidos para que haja flexibilidade no processo. Já as atividades antecipáveis representam as ações da gerência que poderiam ser feitas a qualquer momento, para minimizar ou eliminar o impacto causado por interrupções na execução dos processos produtivos (SANTOS, 2004).

As atividades antecipáveis surgem ao mapear os processos de produção, desagregando-os em suas atividades componentes (SANTOS, 2004). Para a referida autora, elas também são necessárias quando o trabalho está fora de sequência, levando à necessidade de proteção do processo já executado e à tentativa de evitar a ocorrência de situações inesperadas em atividades previsíveis. Nesse sentido, Santos (2004) ressalta que muitos autores atribuem todos os problemas na execução a não remoção da restrição, quando na verdade poderia ser a ausência de uma atividade antecipável.

De acordo com Machado (2003), a antecipação associa-se à precipitação de uma ação gerencial, mesmo antes do momento

convencionalmente oportuno (quando isto é formalmente considerado), destinada a garantir que o processo produtivo flua de acordo com aspectos de produtividade e qualidade esperados. Alves (2000), analisando a gestão de fluxos físicos nos canteiros de obras, sustenta que é preciso reduzir a incerteza através da antecipação dos problemas e da redução das variações nos fluxos de recursos e insumos que abastecem a produção.

Em Santos (2004, p. 93), para facilitar o estudo das atividades antecipáveis e de remoção de restrições, a autora propõe a divisão das AF's em categorias, de forma que, ao tentar evitar um erro no desempenho do processo ou detectar uma falha, seja possível a sua classificação. Assim, as nove categorias propostas foram:

- (1) Acesso - relaciona-se com o acesso de recursos humanos e materiais a locais de trabalho. Compreende o posto de trabalho ou o canteiro de obras. Ele é observado em termos de abastecimentos internos e de alcance da mão de obra à superfície a ser trabalhada;
- (2) Projeto - são as características do projeto que possibilitam a sua construtibilidade, como detalhamentos, simplificações, padronizações, compatibilização e conclusões, além de alterações após o início da construção;
- (3) Preparação do trabalho - é a disponibilização no posto de trabalho dos recursos de produção, necessários ao início dos processos, em termos de materiais, mão de obra, equipamentos e ferramentas, instruções de trabalho, qualidade da superfície a ser trabalhada e conclusão de processos antecedentes;
- (4) Conferência do trabalho - está relacionada com as medidas de desempenho do processo, como tolerâncias dimensionais permitidas, qualidade do produto elaborado e verificação de nivelamentos;
- (5) Conflito espacial - relaciona-se com o confronto no espaço de elementos de construção ou de categorias de mão de obra, para a realização de processos diferentes, em um mesmo ambiente de trabalho. Esta categoria pode ser provocada por restrições, que podem ser evitadas com o estudo das movimentações em canteiro e da sequência de execução;
- (6) Sequenciamento - está relacionada com a ordem de produção de determinado processo. No caso de uma inversão, observa-se se esta é permitida e quais as providências que devem ser tomadas para evitar a descontinuidade dos processos. Muitas vezes, uma inversão de sequenciamento leva ao aumento no número

de visitas ao posto de trabalho, para a conclusão do processo;

- (7) Proteção dos operários - trata-se da preocupação com a disponibilização em canteiro de equipamentos de proteção coletivos e individuais. Quanto aos primeiros, deve-se verificar a disponibilidade do local adequado para a sua fixação, em termos de tempo e de condições físicas. O trabalho em condição insegura gera risco de acidentes e interrupção das atividades para a devida correção;
- (8) Proteção dos processos - observa-se a proteção do serviço de construção já concluído em relação a outros a serem executados no mesmo ambiente e que podem lhe causar danos, como quebras e respingos de materiais;
- (9) Programação de obra - esta categoria está relacionada com exigências de clientes fora de hora, desrespeito a planos, definição de pacotes de trabalho, pedido de material, relação com fornecedores e interferência do cliente. Ela ocorre quando uma falha é identificada, mas não é tomada uma providência.

Para a elaboração desta pesquisa, foi necessária a utilização de algumas ferramentas de apoio à produção encontradas na literatura, entre elas o modelo de integração proposto por Santos (2004), o qual utiliza o mapeamento de processos e o Diagrama de Ishikawa como forma de facilitar a sua compreensão e implementação nas empresas construtoras.

5.1.2 Mapeamento de processos através de fluxograma

Santos (2004) afirma que a CE possibilita a identificação de atividades que causam interrupções no fluxo do trabalho e, conseqüentemente, ocasionam uma variabilidade nociva ao processo produtivo. Assim, para a autora, os fluxogramas contribuem para o sequenciamento do processo produtivo ao fazer com que as pessoas trabalhem de forma padronizada.

O mapeamento ou diagrama de fluxo, ferramenta auxiliar do planejamento de produção, tem o objetivo de identificar as atividades (produtivas, improdutivas e auxiliares) para o conhecimento do processo, reduzindo ou eliminando aquelas que não agregam valor ao produto (SANTOS, 2004).

Para esta pesquisa, adotou-se o fluxograma ou rede operacional para identificar a influência de interrupções no planejamento operacional e para investigar os níveis onde se deve agir. Assim, utilizou-se a mesma simbologia adotada na engenharia de produção, assim como os símbolos criados em Santos (2004) para elaboração das redes operacionais (Quadro 2).

Quadro 2 – Exemplo de simbologia utilizada para representar as atividades na engenharia de produção e em Santos (2004)

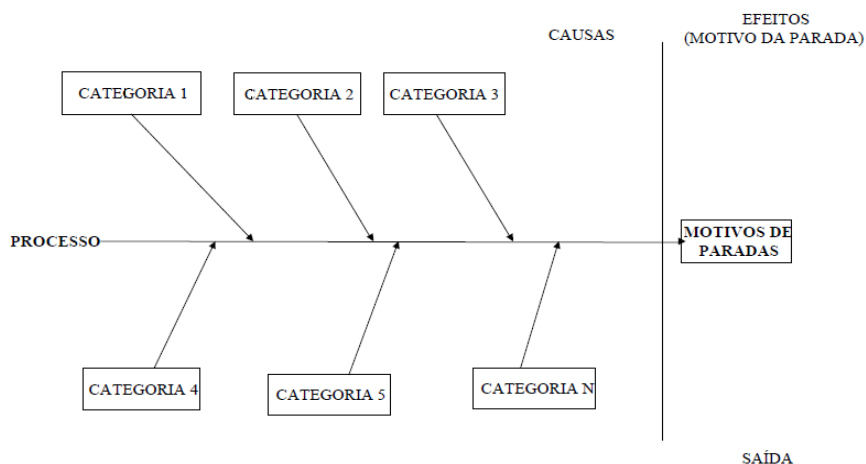
Passo básico	Passo específico	Símbolo	Significado	O que representa
Operação	Retrabalho		Correção do produto por não conformidade	Atividade de processamento extra, usada para correções
	Interdependência entre redes		Transformação que depende de outro processo	Interdependência entre processos
	Retrabalho seguido de verificação		Correção do produto por não conformidade, que recebe uma verificação em seguida	Atividade de processamento extra, usada para correções
Atividade facilitadora	Atividade antecipável ou de remoção de restrição		Atividades facilitadoras do processo	Atividades chaves do processo

Fonte: Santos (2004).

5.1.3 Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta, conhecida como Causa e Efeito ou Espinha de Peixe (já que relaciona os fatores – causas – com uma característica da qualidade – efeito), foi utilizada em Santos (2004) como um veículo para que as categorias de atividades facilitadoras sejam introduzidas nas redes operacionais, para evitar a interrupção do fluxo de trabalho. Assim, o efeito representa o não cumprimento de planos, e as causas são apresentadas através das categorias de atividades facilitadoras, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Diagrama de Ishikawa adaptado



Fonte: Santos (2004)

5.1.4 Modelo de Integração (SANTOS, 2004)

A autora propõe o Modelo de Integração como forma de evitar que ocorram interrupções do fluxo de trabalho, através da identificação e incorporação de atividades facilitadoras a fluxogramas previamente elaborados, que, por sua vez, devem representar a execução dos processos construtivos o mais próximo da realidade possível.

No Quadro 3 foi possível descrever as etapas do modelo, o qual deve seguir uma sequência lógica para a sua correta implementação.

Quadro 3 – Etapas do Modelo de Integração

ETAPA	DESCRIÇÃO
Preliminar	a) Selecionar processos a serem investigados (os processos devem estar em execução no período de coleta de dados);
	b) Fazer vistoria no empreendimento;
	c) Realizar entrevistas não estruturadas;
	d) Acompanhar os processos selecionados através de registros fotográficos, observações diretas, verificação de procedimento operacional, consulta a projetos e à programação de obra;
	e) Preencher folha de acompanhamento dos processos com os motivos de interrupções e elaborar <i>checklist</i> com interrupções (a partir do <i>checklist</i> têm-se a lista de AF's);
1	f) Elaborar mapas de processo através de fluxogramas;
	g) Investigar a conformidade dos fluxogramas com a realidade, reestruturando-os, corrigindo-os ou, caso necessário, inserindo novas informações;
2	h) Identificar nos mapas as AF's já incorporadas nos processos, destacando-as em azul;
	i) Consultar <i>checklist</i> elaborado com as interrupções separadas por processo pesquisado;
	j) Se as AF's fazem parte do processo, mas não estão no procedimento operacional do serviço, inseri-las nos fluxogramas, destacando-as em verde;
3	k) Se existem AF's que não estão incorporadas no processo, inseri-las nos fluxogramas, destacando-as em vermelho;

	l) Se existem AF's que estão formalizadas, mas, na prática, não existem no processo, inseri-las nos fluxogramas, destacando-as em roxo (situação mais crítica);
	m) Apresentar os fluxogramas com as AF's inseridas na respectiva cor;
	n) Discutir com a gerência se as atividades estão nos conformes e, caso necessário, efetuar correções;
4	o) Investigar, com o auxílio do Diagrama de Ishikawa, a que categoria cada atividade pertence, inserindo um número ao lado dessa;
5	p) Consultar Diagrama de Ishikawa para verificar em que nível hierárquico as AF's se enquadram (estratégico, tático ou operacional);
Final	q) Concluir trabalho, direcionando as AF's para a melhoria contínua de cada processo investigado.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Santos (2004).

5.2 SISTEMATIZAÇÃO DE ANTECIPAÇÕES GERENCIAIS

Machado (2003, p. 69) apresenta uma proposta de melhoria do planejamento através da identificação e inclusão de ações gerenciais nos planos de produção, mostrando a necessidade de integração desta sistemática ao planejamento da produção. De acordo com este autor, a sistematização de antecipações refere-se a quatro aspectos vitais para os processos produtivos da construção:

- (1) A identificação de elementos que causem (ou que possam causar) distúrbios aos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformação destes elementos em ações gerenciais destinadas a fazer com que eles não ocorram (de modo a evitar perdas);

- (2) A identificação de aspectos que proporcionem a melhoria dos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformação destes aspectos em ações gerenciais destinadas a garantir que ocorram (também de modo a evitar perdas);
- (3) A inclusão dessas ações nos planos de produção;
- (4) A avaliação dos resultados obtidos nos planos gerados na busca de melhoria contínua.

Machado (2003) afirma que a inclusão das antecipações no planejamento da produção não visa mudar completamente o paradigma em que o processo de PCP é realizado no setor da construção, mas o real objetivo é o de despertar para um aspecto que é negligenciado na abordagem convencional de planejamento da produção. Segundo ele, o processo convencional preocupa-se apenas com os processos agregados que envolvem todo o conjunto de atividades necessárias para executar o plano. Para o autor, a inclusão das antecipações no planejamento da produção pode ser entendida como um aspecto destinado ao melhoramento do processo de PCP, ou seja, não se constitui um fim em si mesmo, mas um elemento de complementação.

APRENDIZAGEM POR JOGOS E SIMULAÇÕES

6.1 ASPECTOS GERAIS

O jogo perde-se em sua origem e acompanha o homem desde os primórdios do mundo. Quando se entra em um jogo, qualquer que seja, aceita-se suas regras. Por meio delas, os jogadores separam-se por um determinado momento do mundo real exterior e se estabelece contato com uma escala interna de valores, vivendo a fascinação e a magia do lúdico (LOPES, 2004).

De acordo com Romanel (2009), a busca por novas formas de aprendizagem é uma característica dos empreendimentos inovadores e atentos às mudanças e nuances do mercado. Desde o final dos anos 1950 e com mais frequência a partir dos anos 1990, os jogos têm sido aplicados em salas de aula e também nas organizações, como alternativa aos métodos tradicionais de aprendizagem.

Lopes (2004) afirma que no jogo as pessoas são convidadas a participar de um empreendimento simulado, em que desafios e problemas são lançados. Elas mesmas constroem seus padrões de organização e decisão, trazendo à tona suas habilidades e dificuldades. Nesse sentido, a referida autora destaca que, ao término do processo de simulação, há um completo trabalho de análise, que se inicia com espaços para as pessoas relatarem seus sentimentos, reações e emoções durante a vivência simulada. A partir dessas conclusões, os jogadores já conseguem estabelecer comparações e analogias da atividade simulada com a realidade empresarial.

Segundo Gramigna (2007), na empresa, em geral, deixa-se de aprender por medo de errar. Para a autora, o funcionário prefere não se arriscar e acomodar-se num processo padronizado de atitudes e postura, ao contrário do que acontece com a simulação através de jogos, em que o treinando pode tomar decisões, estabelecer metas, planejar suas situações sem se preocupar com as consequências.

Para Braga et al. (2007), os principais objetivos trabalhados pelos jogos incluem: trabalhar a ansiedade, rever limites, reduzir a descrença na auto capacidade de realização, desenvolver a autonomia, aumentar a atenção e concentração, desenvolver antecipação e estratégia e ampliar o raciocínio lógico.

Passerino (1998, p. 07) inclui outros elementos ao caracterizar os jogos:

- Capacidade de absorver o participante de maneira intensa e total (clima de entusiasmo, sentimento de exaltação e tensão seguidas por um estado de alegria e distensão);
- Atmosfera de espontaneidade e criatividade;
- Limitação de tempo: o jogo tem um estado inicial, um meio e um fim; isto é, tem um caráter dinâmico;
- Limitação do espaço: o espaço reservado seja qual for a forma que assuma é como um mundo temporário e fantástico;
- Existência de regras: cada jogo se processa de acordo com certas regras que determinam o que vale ou não dentro do mundo imaginário do jogo, o que auxilia no processo de integração social;
- Estimulação da imaginação e autoafirmação e autonomia.

O autor afirma que o ensino utilizando meios lúdicos cria um ambiente gratificante e atraente, servindo como estímulo para o desenvolvimento integral de seu participante. Nesse sentido, Romanel (2009) complementa que o senso de equilíbrio entre a teoria e a prática é testado na simulação da realidade propiciada pelos jogos, que proporcionam ainda um maior envolvimento nos processos de ensino e treinamento.

Por fim, Gilgeous e D'Cruz (1996, p. 50) sugerem que os jogos podem ser classificados em:

- baseados em modelos;
- de computador;
- progressivos (labirintos, tabuleiro, dados, cartas, jogos de perguntas e jogos de etapas);
- de discussão (exploratórios e simulações programadas);

- simuladores de atividades (experiências estruturadas, modelos organizacionais, tarefas práticas e atividades de campo).

Os autores complementam que os jogos não possuem uma fácil classificação por não se inserirem facilmente em divisões fixas, pretendentes a categorias particulares, mas sua categorização é necessária para que os usuários possam facilmente localizar, com precisão, o tipo necessário. Essa classificação não limita os projetos de jogos que cruzem estas fronteiras.

6.2 UTILIZAÇÃO DE JOGOS APLICÁVEIS À REALIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tsao et al. (2013) afirmam que o sistema de simulações é uma das melhores ferramentas disponíveis para analisar decisões e seus impactos em um sistema de produção. Os autores acreditam que aprender em um ambiente simulado auxilia os participantes a entenderem como funciona determinado sistema nas condições do mundo real. Em publicação realizada em 2013 no 21º *International Group of Lean Construction* (IGLC), os autores Tsao, Azambuja, Hamzeh, Menches e Rybkowski, a partir de experiências pessoais, relataram formas de como melhor repassar os conceitos, métodos e técnicas da construção enxuta para estudantes acadêmicos. O referido estudo concluiu que a aprendizagem por jogos e simulações foi a forma mais eficaz, já que os seus alunos desenvolveram um entendimento teórico mais sólido dos princípios *lean*, bem como das suas aplicações na Indústria da Construção Civil.

Segundo Romanel (2009), o uso de jogos e simulações, em curso de graduação e pós-graduação, pode trazer à sala de aula as situações que acontecem nos canteiros de obra. Em sua pesquisa, desenvolvida em 2009, o autor realizou um levantamento de jogos propostos por autores nacionais que se referem aos processos de produção e operação já conhecidos no setor industrial, apesar de pouco divulgados, muitos são aplicáveis à realidade dos canteiros de obras na Indústria da Construção Civil. A partir deste levantamento, para a presente dissertação, elaborou-se o Quadro 4, em que foram inseridas outras publicações nacionais e internacionais mais atuais relativas a jogos e simulações desenvolvidos na área da construção enxuta.

Quadro 4 – Jogos e simulações em engenharia civil e em engenharia de produção aplicáveis à construção civil (continua)

Autor(es), ano	Título da publicação	Nome do jogo	Descrição
Smith e Rybkowski, 2013	The Maroon-white game: a simulation of trust and long-term gains and losses	Maroon-white game	Estimula a maximização da produtividade para motivar o desempenho das equipes de produção.
Golzarpoor e González, 2103	A green-lean Simulation Model for Assessing Environmental and Production Waste in Construction	(sem nome)	Implementação de práticas <i>green-lean</i> para redução de perdas.
Romanel, 2009	Jogo “desafiando a produção”: uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil	Desafiando a produção	Trata-se de um jogo progressivo que simula situações de trabalho e pode ser descrito como uma atividade que promove a interação entre os jogadores por meio de perguntas e respostas
Có et al., 2008	O “heyjunka didático”: um jogo interdisciplinar que auxilia na elevação da aprendizagem sobre a produção enxuta	“heyjunka didático”	O objetivo principal é o desenvolvimento e a aplicação de uma estratégia lúdica de ensino-aprendizagem capaz de promover a elevação das percepções do aluno sobre a produção enxuta, no que diz respeito ao nivelamento da produção (heyjunka).
Dorneles et al., 2006	Montagem de carrinhos – aprendizado de conceitos da construção enxuta	Lego System®	São simulações do processo de montagem de carrinhos que comparam o desempenho dos grupos em diferentes formas de

	por meio de jogos didáticos		organização do processo produtivo.
Depexe et al., 2006	Apresentação de um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino da produção enxuta	Lego System®	Apresenta um jogo didático no qual se realizam simulações para a montagem de carrinhos Lego System®.
Depexe et al., 2006	Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos	Lego System®	O trabalho utiliza jogos em equipe para a execução de um conjunto de 16 casas.
César F. et al., 2005	Apresentação dos resultados da simulação de uma fábrica de montagem de canetas a luz dos conceitos da mentalidade enxuta	(sem nome)	Apresenta os resultados da aplicação dos conceitos da mentalidade enxuta em uma fábrica de montagem de canetas simulada, focando na redução do lote de produção e do <i>takt time</i> .

Quadro 4 – Jogos e simulações em engenharia civil e em engenharia de produção aplicáveis à construção civil (continuação)

Autor(es), ano	Título da publicação	Nome do jogo	Descrição
Silveira et al., 2005	Fábrica de canetas - aprendendo conceitos de produção a partir de jogos em equipe	(sem nome)	Apresenta técnicas de construção enxuta, através de micro processos, representados por jogos em equipe, que retratam as dificuldades encontradas nos macros processos correntes na Indústria da Construção Civil.
Olivares e Campos, 2004	Protótipo de um jogo de empresas para auxílio ao ensino de gestão da produção e operações	(sem nome)	Propõe a melhoria do processo de ensino/aprendizagem da Gestão da Produção e Operações na área de Planejamento, PCP.
Fontenelle, 2004	Oficina virtual sobre competências didáticas dos gerentes de obras e técnicos de segurança	Na Trilha do Mestre Zé	Jogo educativo sobre prevenção de acidentes em construção civil.
Silva et al., 2003	Sistema de produção puxado e sistema de produção empurrado: simulação através de jogo didático de montagem de canetas, associando ideias e conceitos ao ambiente da construção civil.	(sem nome)	Aplicou-se o jogo para a produção de canetas coloridas em sistema de produção puxado e em sistema de produção empurrado para profissionais de engenharia.
Saffaro et al., 2003	Discussão de princípios da <i>lean</i>	Lego System®	Discutiu os princípios da construção enxuta utilizando

	<i>production</i> através de um jogo didático.		a montagem de casas com o jogo Lego System®.
Santos et al., 2002	O ensino de linha de balanço e variabilidade através de um jogo didático	(sem nome)	Desenvolveu um jogo para ensino da linha de balanço e do conceito da variabilidade, por intermédio da montagem de um edifício de papel.
Schafranski e Tubino, 2000	Desenvolvimento de um jogo de empresas para o ensino de planejamento estratégico da produção	GP-1	Busca descrever o desenvolvimento de um jogo de empresas sobre questões de planejamento estratégico de produção.
Mendes Jr. e Vargas, 1998	Jogo de programação da construção: Manual do Jogador	(sem nome)	Elaborado um Manual do jogador para programação da construção civil através de jogos.
Vargas, 1998	Desenvolvimento de modelos físicos reduzidos como simuladores para a aplicação de conceitos de produtividade perdas programação e controle de obras de construção civil	(sem nome)	Trata do desenvolvimento e da utilização de exercícios práticos como simuladores para a aplicação de técnicas de programação e controle de avaliação de produtividade de mão de obra e de perdas de materiais.
Mendes Jr. et al., 1998	Jogo de programação da construção de edifícios via Internet	(sem nome)	Programação de edifícios através de jogos utilizando a internet.

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Golzarpoor e González (2013), os jogos e simulações podem ser considerados como uma excelente estratégia de pesquisa no caso da construção civil, por proporcionar robustez ao estudo e permitir a sua análise detalhada ao final do processo de aplicação.

Neste capítulo é apresentado o método de pesquisa empregado na condução deste trabalho. Inicialmente é discutida a estratégia e o delineamento da pesquisa e, posteriormente, são descritas as fases do trabalho, que, por sua vez, foram divididas em etapas. Foram descritos ainda os empreendimentos em que se realizou a pesquisa.

7.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Segundo Hirota e Formoso (2000), as pesquisas em especialidades como gerenciamento da construção não são desenvolvidas por meio de experimentos ou procedimentos matemáticos, mas têm como objetos empíricos a própria realidade, complexa e sujeita a inúmeras variáveis.

Para a elaboração deste trabalho foi utilizado um procedimento de pesquisa conhecido com *constructive research* (pesquisa construtiva) ou *design science*, o qual, pode ser conduzido sob diferentes estratégias de pesquisa, tais como múltiplos estudos de caso (Lukka, 2003; Holmström; Ketokivi; Hameri, 2009) ou pesquisa-ação (HOLMSTRÖM; KETOKIVI; HAMERI, 2009).

De acordo com Lukka (2003), a pesquisa construtiva é um procedimento que visa produzir construções inovadoras, destinadas a resolver problemas enfrentados no mundo real e, assim, contribuir para a teoria no campo no qual é aplicado. Neste aspecto, o referido autor afirma que a nova construção desenvolvida e implementada deve ser considerada como um instrumento de teste em uma tentativa de ilustrar, testar ou refinar uma teoria ou até mesmo desenvolver um sistema totalmente novo.

A pesquisa construtiva apresenta as seguintes características fundamentais: foca em problemas considerados relevantes para o mundo real a serem resolvidos na prática; produz uma construção inovadora destinada a resolver problemas do mundo real; inclui uma tentativa de execução da construção e, assim, desenvolve um teste para sua aplicabilidade prática; implica em envolvimento e cooperação muito íntimos

entre o pesquisador e a organização envolvida na pesquisa; é explicitamente associada ao conhecimento teórico prévio; e presta especial atenção à reflexão dos resultados empíricos em relação ao referencial teórico (LUKKA, 2003).

De acordo com Robson (1998), o princípio geral de uma estratégia de pesquisa e das técnicas e métodos aplicados devem ser apropriados para a pergunta que se quer responder. Neste trabalho, a questão que norteia o desenvolvimento da pesquisa tem o foco na pergunta, conforme mencionado anteriormente é: “Como auxiliar os gerentes de obra para colocar em prática a utilização das atividades que facilitam o trabalho em canteiros de obras de alvenaria estrutural?”.

7.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para a elaboração do delineamento da pesquisa, utilizou-se como base o processo típico de pesquisa construtiva proposto por Lukka (2003), respeitando a seguinte sequência: encontrar um problema com relevância prática; obter entendimento profundo sobre o tópico; desenvolver uma construção para o problema; implementar e testar a solução; examinar o escopo de aplicabilidade da solução; e identificar e analisar a contribuição teórica.

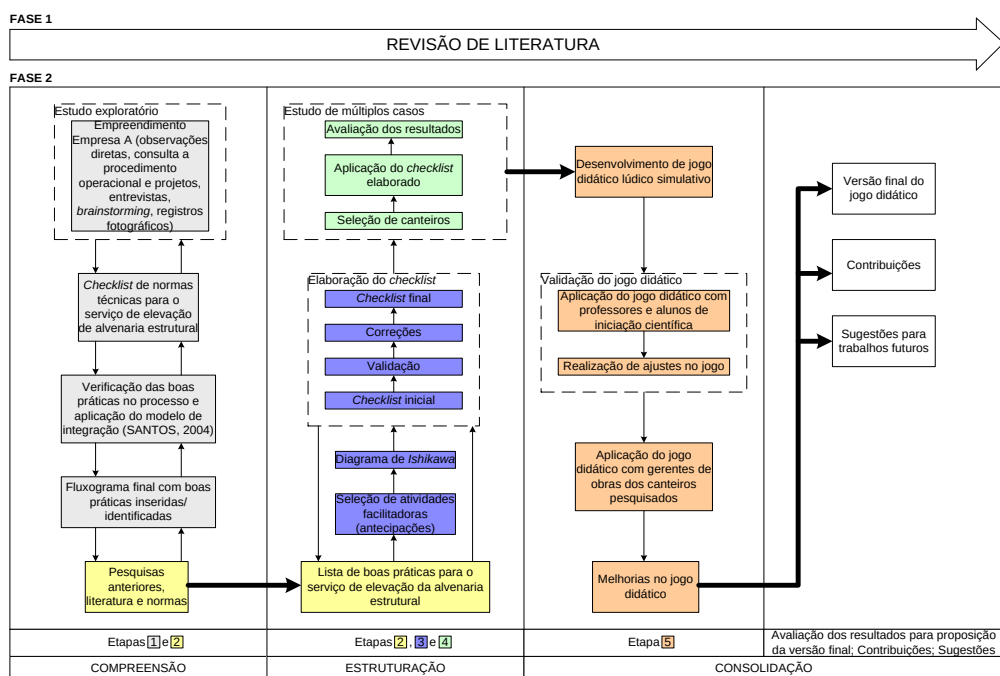
A Figura 7 representa o delineamento deste trabalho, o qual foi dividido em duas fases, sendo a segunda composta por cinco etapas divididas entre os grupos Compreensão, Estruturação e Consolidação.

O grupo Compreensão trata de um estudo exploratório para a elaboração de fluxograma para a atividade de elevação da alvenaria estrutural. Foi, então, possível verificar a existência das boas práticas no processo e aplicar o Modelo de Integração proposto por Santos (2004) para inserção e identificação de atividades facilitadoras no fluxograma.

A partir do entendimento do processo, partiu-se para o grupo Estruturação da pesquisa, que foi iniciado com a elaboração de lista de boas práticas extraídas de fontes diversas (fluxogramas elaborados em estudos de caso, pesquisas de iniciação científica, normas técnicas, livros, dissertações, teses, entre outras). Com base na referida lista, foi possível elaborar um *checklist*, o qual foi validado por um especialista, professor doutor na área. Inclui-se ainda, no grupo Estruturação, a aplicação do *checklist* elaborado em canteiros de obra previamente selecionados.

As etapas seguintes fazem parte do grupo Consolidação, fundamental para o desenvolvimento, validação e aplicação de jogo didático lúdico, o qual simula uma situação real de um processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural. A consolidação da pesquisa envolveu ainda a realização de melhorias no jogo didático após a sua aplicação com os gerentes de obras dos canteiros estudados. Ao final da pesquisa, foi possível propor a versão final do jogo didático, analisar as suas principais contribuições e sugerir trabalhos futuros.

Figura 7 – Delineamento da pesquisa



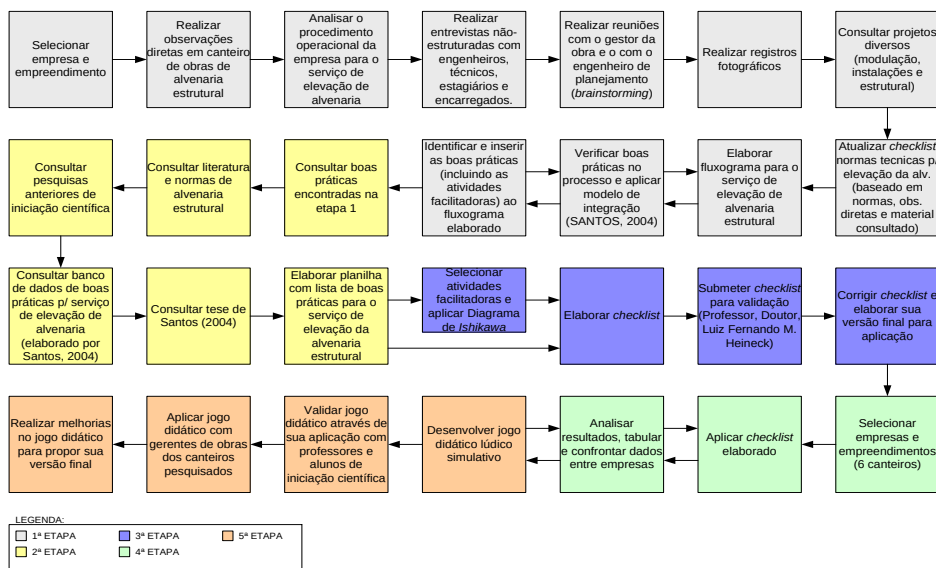
Fonte: Organograma elaborado pelo autor.

7.3 FASES DA PESQUISA

Na primeira fase da pesquisa, a revisão da literatura, foram abordados os principais pontos da gestão do processo de produção: o Sistema Toyota de Produção e a Construção Enxuta. Foram apresentados também alguns conceitos relativos ao PCP, com foco no Sistema *Last Planner*TM e na teoria da Análise de Restrições. Durante a primeira fase, foi possível ainda realizar uma abordagem sobre as atividades que contribuem para a melhoria do processo construtivo, com o intuito de apresentar os principais aspectos encontrados na literatura sobre as atividades facilitadoras e suas derivações (antecipações gerenciais e remoção de restrição). Por fim, foram tratados aspectos gerais sobre a aprendizagem por jogos e simulações, com foco na utilização de jogos aplicáveis à realizada de construção civil.

Já a segunda fase, subdividida em cinco etapas, envolve os procedimentos necessários para o desenvolvimento e a validação da ferramenta proposta nesta pesquisa. A Figura 8 apresenta o fluxo de desenvolvimento da pesquisa, o qual contém a sequência de etapas detalhadas do organograma representado da Figura 7. Estas etapas, descritas nas subseções a seguir, foram identificadas com cores distintas para melhor compreensão.

Figura 8 – Etapas da pesquisa



Fonte: Fluxo de desenvolvimento da pesquisa elaborado pelo autor.

7.3.1 Etapa 1 – realização de estudo exploratório

Inicialmente, foi selecionado um empreendimento e realizado estudo exploratório, não somente para possibilitar a compreensão do processo executivo de elevação da alvenaria estrutural, mas também para o entendimento de como o Modelo de Integração proposto por Santos (2004) pode auxiliar como ferramenta de apoio à produção.

Logo, foram realizadas observações diretas, registros fotográficos, entrevistas não estruturadas, reuniões com os engenheiros responsáveis pela gestão da obra e do planejamento (*brainstorming*), consultas a projetos (projetos de modulação, estrutural e de instalações elétricas e hidráulicas) e análise do procedimento operacional da empresa para o processo de elevação de alvenaria. Durante esta etapa, foi possível ainda consultar normas técnicas que tratam de alvenaria estrutural, como NBR 15270-1 (ABNT, 2005a), NBR 15270-2 (ABNT, 2005b), NBR 15270-3 (ABNT, 2005c), NBR 15812-1 (ABNT, 2010a), NBR 15812-2 (ABNT, 2010b) e NBR 15961-2 (ABNT, 2011), as quais serviram de base para a atualização do *checklist* de normas técnicas elaborado por SANTOS (2008).

Finalmente, foi possível montar um fluxograma para o processo de elevação da alvenaria estrutural, utilizando os símbolos propostos no Quadro 2 e na literatura. Neste fluxograma foram inseridas e identificadas atividades facilitadoras e outras boas práticas relacionadas a esse processo, ao aplicar as etapas propostas no modelo de integração (Quadro 3).

7.3.2 Etapa 2 – elaboração de lista de boas práticas

Nessa etapa, inicia-se a estruturação da pesquisa, já que foi elaborada uma lista de boas práticas fundamental para a criação do *checklist* que, por sua vez, foi determinante para a criação do jogo didático desenvolvido nesta pesquisa.

A lista foi desenvolvida com base nas atividades encontradas no fluxograma da etapa anterior, obras da literatura nacional que tratam de procedimentos executivos de alvenaria estrutural, normas técnicas para a alvenaria estrutural, pesquisas de iniciação científica, artigos científicos, tese de Santos (2004), banco de dados de atividades facilitadoras elaborado por Santos (2004) e materiais do SENAI (2003a, 2003b).

Esta lista foi formatada como um quadro com as seguintes colunas: “item”, “frequência (%) do item”, “atividade” (boa prática), “descrição”,

“causas” (restrições caso a atividade não seja posta em prática), “vantagem” (caso a atividade seja utilizada), “princípio(s) *lean* relacionado(s)” (Koskela, 1992), “categoria(s) de perda” (Shingo, 1996b; Koskela, 2004), “se não utilizar a atividade o trabalho pode ser interrompido?”, “categoria de atividade facilitadora” (Santos, 2004), “nível hierárquico do planejamento” e “fonte de pesquisa”.

7.3.3 Etapa 3 – elaboração e validação do *checklist*

Como a lista da etapa anterior possuía 63 atividades, foi necessária a adoção de um método eficiente para seleção daquelas mais relevantes para o estudo. Primeiramente, foi necessário identificar quais das boas práticas listadas deveriam ser consideradas como atividades facilitadoras. Para tanto, fez-se o seguinte questionamento: Se não utilizar a boa prática, o trabalho pode ser interrompido? Caso a resposta fosse afirmativa (sim), a boa prática seria considerada atividade facilitadora. Em caso negativo, a boa prática, com base na sua frequência, pôde ou não ser adicionada ao *checklist* em forma de atividade.

O referido questionamento foi, então, respondido e discutido entre o autor e duas outras pessoas envolvidas na pesquisa (uma professora doutora e um aluno de iniciação científica) e, como resultado, obtiveram-se 21 atividades facilitadoras, sendo todas identificadas como antecipações gerenciais, já que se tratavam de tentativas de evitar a ocorrência de situações inesperadas em atividades consideradas previsíveis.

Para a seleção das atividades facilitadoras, utilizou-se como ferramenta de apoio ao planejamento o Diagrama de *Ishikawa* adaptado às categorias do Modelo de Integração, tornando possível a correlação de atividades facilitadoras com os níveis hierárquicos de decisão. Já para a seleção das demais boas práticas listadas, foi levada em consideração a porcentagem relativa à frequência em que a atividade foi identificada nas fontes diversas consultadas durante o processo de elaboração da lista.

Desta forma, foram realizadas três triagens para seleção das atividades mais relevantes para a pesquisa. Já na primeira triagem, houve uma redução significativa de 63 para 43 atividades. Na segunda, foi possível eliminar mais sete atividades, e na terceira, outras cinco. Ao final deste processo, selecionou-se 31 atividades, que foram inseridas no *checklist* a ser aplicado com gerentes de obras em canteiros de obras de alvenaria estrutural. As atividades boas práticas foram, então, divididas de acordo com as categorias propostas por Santos (2004).

Assim como estratégia de estruturação do *checklist*, para cada categoria foi montado um quadro contendo “Número do item”, “Atividade” e “Objetivo da boa prática”. Ressalta-se que a informação “Objetivo da boa prática” serviu somente para efeitos de validação do *checklist*, sendo este suprimido durante a fase de aplicação.

Como opções de respostas para os gerentes de obras, primeiramente propôs-se três alternativas de resposta: “sim”, “não” ou “em implantação”. Porém, por recomendação de uma professora doutora especialista na área de engenharia de produção, optou-se por estabelecer uma escala com cinco opções de resposta (“Nenhuma importância”, “Pouco importante”, “Indiferente”, “Importante” e “Muito importante”), às quais o gerente pôde atribuir o grau de importância dado a cada atividade, para que esta fosse posta em prática. Desta forma, o entrevistado tinha mais opções de respostas, sendo possível, para a pesquisa, a realização de uma análise mais apurada das alternativas fornecidas. Ademais, no primeiro caso, tendo somente as três opções de respostas, o gerente, de certa forma, ficava restrito a responder o *checklist* utilizando como base unicamente a vivência no seu canteiro de obras. Como a utilização das boas práticas também depende da empresa e a pesquisa baseou-se, predominantemente, no conhecimento tácito dos gerentes de obras, a solução encontrada em estabelecer uma escala de acordo com o grau de importância foi mais viável, já que permitiu ao entrevistado mostrar a sua real percepção, independente de praticar ou não determinada atividade no seu canteiro de obras.

Em seguida, o *checklist* foi submetido para validação por um especialista doutor na área, o Professor DSc. Luiz Fernando M. Heineck. Nesse ponto, é importante ressaltar que, a princípio, buscou-se elaborar a lista e o *checklist* contendo somente atividades facilitadoras. O especialista, porém, alertou que nem todas as boas práticas poderiam ser consideradas como antecipações gerenciais. O conhecimento desse fato foi de extrema importância para o desenvolvimento da pesquisa, sendo determinante para a utilização do termo “atividades que contribuem para a melhoria do processo construtivo” ou “boas práticas”. Assim, foram realizados os devidos ajustes no *checklist* e foi elaborada a sua versão final.

7.3.4 Etapa 4 – aplicação do *checklist*

Antes da aplicação do *checklist*, foi necessária a seleção dos empreendimentos em que se desenvolveu a pesquisa. Procedeu-se, então, a uma coleta de dados, em Aracaju e na Grande Aracaju, para a

determinação de quais empresas de médio e grande porte atuavam nessas localidades, executando obras em alvenaria estrutural durante a elaboração do estudo. Para tanto, realizou-se uma consulta junto à Caixa Econômica Federal (CEF) com o intuito de identificar as obras financiadas por este Banco. O órgão, através de um arquiteto, funcionário do quadro, apresentou uma lista de empresas e empreendimentos sem, no entanto, liberar a sua versão impressa por restrições impostas pela Gerência de Desenvolvimento Urbano (GIDUR).

Constatou-se, então, a atuação de nove empresas que executavam obras com as características desejadas. O segundo passo foi obter informações sobre as referidas obras e sobre as empresas construtoras responsáveis pelos respectivos empreendimentos. Para tanto, realizou-se visitas a canteiros de obras, pesquisas pela internet nos endereços eletrônicos de empresas construtoras e consultas diretas a professores, pesquisadores, alunos, engenheiros e estagiários. Visando a confiabilidade dos dados coletados e a eficiência da pesquisa, foram utilizados os critérios a seguir para seleção dos empreendimentos e das empresas:

- Empresas de médio ou grande porte – no geral, as construtoras de maior porte permitem a realização de pesquisas nos seus canteiros, além de haver um maior investimento, por parte destas empresas, no gerenciamento de processos, em máquinas e equipamentos, estando mais adeptas até mesmo à utilização, com maior frequência, de ferramentas de apoio à produção nos seus diversos processos produtivos;
- Obras em alvenaria estrutural – como o desenvolvimento do jogo didático proposto neste estudo refere-se ao processo de elevação da alvenaria estrutural, é evidente a necessidade da realização da pesquisa em obras que utilizavam este processo construtivo, o que não impede a utilização desta metodologia para a criação de jogos semelhantes referentes a outros processos construtivos no futuro;
- Estágio atual da obra – a obra deveria encontrar-se no processo de elevação da alvenaria estrutural no momento da aplicação do *checklist*, de forma que o gestor da obra estivesse vivenciando no presente as situações sugeridas que poderiam causar interrupções nos processos;
- Empreendimentos pertencentes a empresas distintas – foram selecionadas obras distintas de empresas distintas, dessa forma, foi possível obter pontos de vista distintos de gerentes de obras de empresas com diferentes mentalidades, aumentando a confiabilidade do estudo, já que este se baseia primordialmente no conhecimento tácito dos gestores de obras.

Ao final deste processo, foram selecionadas seis obras (aqui denominadas obras A, B, C, D e F) pertencentes a seis empresas distintas (empresas A, B, C, D e F). Constatou-se que a quantidade de canteiros escolhidos representa uma amostra significativa, considerando a totalidade de empreendimentos deste tipo no mercado sergipano, dada a totalidade de obras informadas pela CEF e considerando que grande parte das obras no estado são financiadas por este banco. Os empreendimentos selecionados encontram-se descritos no item 7.4.

Após a seleção dos canteiros, o *checklist* foi aplicado aos gerentes de cada um dos seis empreendimentos. Durante as visitas, foi possível ainda a realização de registros fotográficos, observações diretas ao processo de elevação da alvenaria estrutural, consulta a projetos diversos (modulação, *layout* do canteiro, instalações e estrutural), análise do procedimento operacional para o referido processo e realização de entrevistas com a equipe administrativa e funcionários envolvidos na elevação da alvenaria estrutural. Para cada empreendimento foram criadas Fichas de Pesquisa (Apêndice A) para facilitar a análise das características dos canteiros e a avaliação da estrutura organizacional da empresa.

7.3.5 Etapa 5 – desenvolvimento, validação e aplicação do jogo didático

Como última etapa deste estudo propôs-se a criação do jogo didático, sua validação com pesquisadores (professores e alunos) e, finalmente, sua aplicação com os gerentes de obras dos canteiros pesquisados.

O primeiro passo para a criação do jogo simulativo foi a criação de um fluxograma padrão para o processo de elevação da alvenaria estrutural. Para tanto, utilizou-se como base as observações diretas realizadas em campo e, principalmente, a análise dos procedimentos operacionais das seis obras pesquisadas.

A seguir, a partir das atividades do *checklist* aplicado, foram criadas atividades denominadas de “providências” representadas por setas de quatro cores distintas, sendo duas relativas a pontos positivos e duas a pontos frágeis que poderiam ser inseridas no fluxograma. Identificou-se ainda a existência de boas práticas no próprio fluxograma, que poderiam ser destacadas com uma caneta marca-texto.

Desenvolvido o jogo, o passo seguinte foi o seu teste através de uma aplicação prévia com pesquisadores (professores e alunos), com o intuito de aperfeiçoar essa ferramenta a partir das impressões dos participantes e das recomendações que estes puderam sugerir para a melhoria do jogo simulativo, de forma que este pudesse atender ao seu objetivo final, qual seja o de servir de ferramenta de apoio à produção para os gerentes de obras no processo de elevação da alvenaria estrutural. Participaram dessa fase de simulação dez pessoas, sendo um ministrante (autor da pesquisa), uma professora doutora especialista (equipe de apoio), uma professora mestre em psicologia (equipe de apoio), um professor mestrando (equipe de apoio), uma professora doutora (participante do jogo), um professor mestre especialista em aplicação de dinâmicas e jogos didáticos (participante do jogo), um aluno de iniciação científica (participante do jogo) e três alunos da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil (participantes do jogo). As pessoas foram divididas em duas equipes, de forma que cada uma fosse formada por um professor e dois alunos, visando o equilíbrio entre os grupos.

Após análise dos dados e discussões entre os participantes da pesquisa, foi elaborada a versão pós-teste do jogo didático. Procedeu-se, então, a sua aplicação com os gerentes das obras pesquisadas. Participaram desta fase os dez participantes da etapa anterior como equipe de apoio e quatro engenheiros civis (de três empresas distintas) como participantes, sendo um engenheiro de planejamento e três engenheiros diretamente responsáveis pela produção em obras de alvenaria estrutural. Os engenheiros foram divididos em duas equipes igualmente distribuídas de forma que as equipes não fossem compostas por engenheiros da mesma empresa, já que o intuito do jogo não era estabelecer uma competição entre as construtoras.

Concluída a aplicação do jogo, apresentaram-se aos participantes os critérios para avaliação dos resultados e discutiram-se os pontos frágeis inseridos no fluxograma pelos gerentes, de forma a alertá-los sobre possíveis aspectos que poderiam causar interrupções no processo. Em seguida, foi aberto espaço para que os gerentes pudessem debater sobre as impressões que tiveram durante o processo de aplicação da dinâmica, as opiniões sobre as contribuições da aplicação da ferramenta para o seu conhecimento como gestores e as atitudes que eles poderiam adotar, após a participação na dinâmica simulativa, para colocar em prática as atividades que contribuem para a melhoria do processo de elevação da alvenaria estrutural (Boas Práticas e Atividades Facilitadoras).

Ressalta-se que foi também nesta etapa que o jogo didático passou a ser denominado “Estimulando Práticas – Alvenaria estrutural”, título criado após diversas discussões entre os autores principais da pesquisa e a psicóloga integrante da equipe de apoio.

Ao final do processo de aplicação do jogo, o ministrante (autor da pesquisa), a equipe de apoio e os participantes receberam certificados de participação em ação de extensão vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe (PROEC/UFS), emitidos pela Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários desta Universidade.

No dia da realização da dinâmica com os gerentes de obras, aplicou-se ainda um breve questionário para obtenção do perfil dos jogadores (Apêndice B). O questionário auxiliou durante o processo de análise dos resultados, já que foi possível relacionar resultados obtidos durante a fase de aplicação com informações pessoais, acadêmicas e profissionais dos participantes.

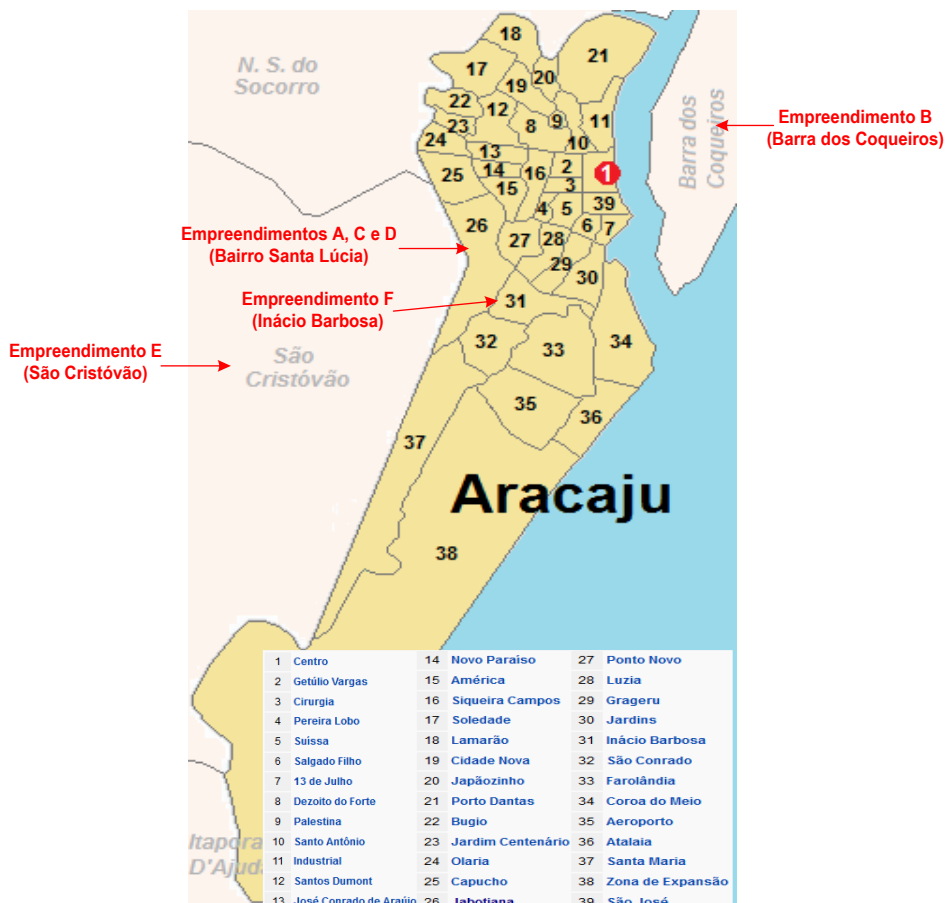
Por fim, a partir das quatro etapas anteriores, bem como da criação, teste e aplicação do jogo didático “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”, foi possível propor a versão final do jogo didático simulativo, analisar as principais contribuições da pesquisa e sugerir trabalhos futuros.

7.4 EMPREENDIMENTOS

A etapa de aplicação do *checklist* foi realizada em seis empreendimentos pertencentes a seis empresas distintas, consideradas como construtoras de médio e grande porte, conforme comentado no item 7.3.4. Cinco delas possuem atuação limitada ao estado de Sergipe, principalmente na capital, e apenas uma empresa é nacionalmente conhecida, apresentando obras em cento e vinte cidades brasileiras. As empresas pesquisadas possuem notável experiência em executar unidades habitacionais em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e de concreto, tanto em alvenaria armada como não armada.

Conforme é possível observar na Figura 9, que representa o mapa da capital do estado de Sergipe, os empreendimentos A, C, D e F localizam-se em Aracaju, já os empreendimentos B e E na Região Metropolitana da cidade (Grande Aracaju).

Figura 9 – Mapa de bairros de Aracaju com a localização das obras pesquisadas



Fonte: Adaptado de SCIELO (2007).

Ressalta-se que os bairros onde se localizam os empreendimentos selecionados concentram a maior parte das obras em alvenaria estrutural executadas na cidade durante o período de realização da pesquisa. A descrição dos empreendimentos foi realizada através das fichas de pesquisa elaboradas durante o estudo, as quais se encontram no Apêndice A. Estas correspondem a relatórios que foram desenvolvidos com o intuito de proporcionar maior organização aos dados pesquisados e suas características. Os seis relatórios elaborados (um por obra) apresentam:

quantidades e datas das visitas realizadas, pesquisadores envolvidos, características da obra, características da empresa construtora responsável, sistema construtivo adotado, situação atual da obra, principais observações, relatório fotográfico, próximos passos, responsáveis pelo preenchimento e data da última atualização.

PROPOSTA DO JOGO “ESTIMULANDO PRÁTICAS – ALVENARIA ESTRUTURAL”

O jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural” (Figura 10) é um jogo simulador de atividade e de discussão que utiliza como foco o processo de elevação da alvenaria estrutural. A sua aplicação é recomendada para fins de pesquisas, aulas didáticas, treinamentos, entre outros.

Neste capítulo, o jogo será detalhado por intermédio de uma abordagem sobre seus principais aspectos, com suas características, seus elementos constituintes, manual para sua aplicação, critérios para análise dos resultados e sobre sugestões para futuras aplicações desta dinâmica.

Figura 10 – Ilustração principal utilizada para o jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

8.1 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

O jogo contribui para a aplicação dos conceitos da construção enxuta na medida em que sugere a realização de um processo construtivo visando a continuidade do fluxo de produção por meio da introdução de melhoria

Desenvolvimento de Jogo Didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: Elevação da alvenaria estrutural **81**

contínua no processo e a eliminação de atividades que não agregam valor para o produto final, sempre buscando a obtenção de um produto final que atenda a prazos previamente estabelecidos e aos critérios de qualidade exigidos pelos clientes internos e externos.

O simulador auxilia ainda na prevenção contra a ocorrência de perdas por *making-do*, já que sua aplicação sugere que todos os recursos estejam disponíveis quando solicitados, evitando improvisações e, conseqüentemente, retrabalhos no processo.

8.2 CARACTERÍSTICAS DO JOGO

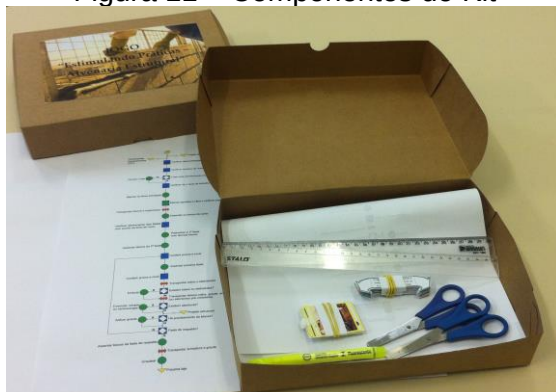
O jogo foi elaborado com o intuito de simular um processo de elevação da alvenaria estrutural em canteiros de obras por meio da participação dos gestores diretamente envolvidos com essa atividade. O jogo fornece aos participantes uma visão geral desse processo produtivo e permite que eles possam adotar providências diante de determinadas situações reais que porventura ocorram no canteiro de obras, através da inserção ou identificação de atividades em um fluxograma que representa o processo construtivo de elevação da alvenaria.

O jogo propõe uma dinâmica em que os jogadores, mesmo sem perceber, podem assimilar os preceitos da mentalidade enxuta e, posteriormente, disseminá-los, sendo, portanto, considerado um jogo didático. A dinâmica é ideal para ser utilizada em empresas construtoras que utilizam a alvenaria estrutural como processo produtivo, podendo ser aplicada com qualquer quantidade de jogadores individualmente ou em grupo.

8.3 ELEMENTOS DO JOGO

Antes da aplicação do jogo, cada equipe dispõe de um kit (Figura 11), composto por manual do jogo, 02 (duas) cópias do fluxograma para o processo de elevação da alvenaria estrutural, 37 (trinta e sete) setas adesivas com providências, caneta marca-texto, tesoura e régua de plástico. Todos esses componentes são inseridos em uma caixa cuja capa é a ilustração da Figura 10. Além dos elementos do kit, o jogo dispõe de fotos adesivas diversas. Neste item foram apresentados o fluxograma, as providências e as fotos fundamentais para aplicação da dinâmica.

Figura 11 – Componentes do Kit



Fonte: Registrado pelo autor.

8.3.1 Fluxograma

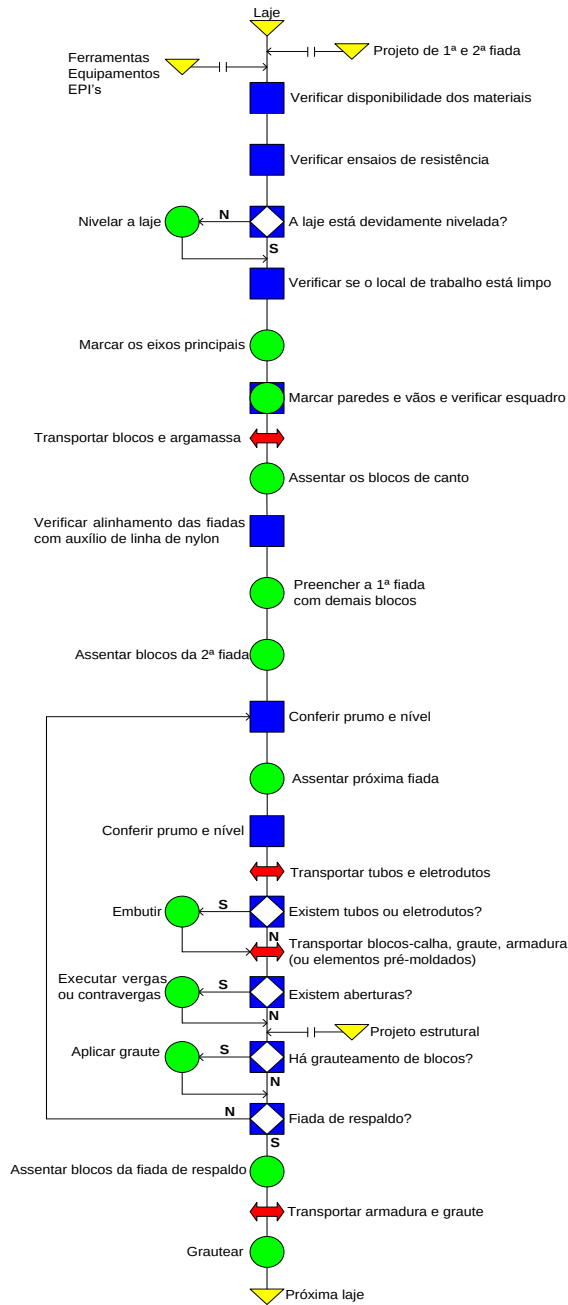
O fluxograma (Figura 12), que funciona como o tabuleiro do jogo, representa o passo a passo de um processo de elevação da alvenaria estrutural, desde a entrega da laje pela equipe anterior e a marcação da primeira fiada até a execução e o grauteamento da fiada de respaldo.

Este fluxograma foi elaborado com base em observações diretas em campo e nos procedimentos operacionais das empresas pesquisadas. Ressalta-se que, como cada empresa adota um método próprio para a execução da atividade de elevação da alvenaria estrutural, para aplicação do jogo individualmente sugere-se que o fluxograma seja elaborado com base no procedimento operacional da empresa em que o jogo será aplicado.

Os significados dos símbolos utilizados para a elaboração do fluxograma são apresentados no Quadro 5. Este quadro deve ser inserido no manual de aplicação do jogo, para facilitar o processo de compreensão do processo de produção pelos participantes.

Na simbologia adotada no fluxograma, as cores tem significado, ou seja, verde foi utilizado para as atividades produtivas e que agregam valor ao produto; azul para as atividades que não agregam valor ao produto como inspeção; amarelo para aquelas atividades que não agregam valor a produto e se referem ao armazenamento; por fim, o vermelho foi destinado às atividades que não agregam valor ao produto e que são responsáveis pelos deslocamento/transporte em campo.

Figura 12 – Fluxograma de um processo de elevação da alvenaria estrutural



Fonte: Elaborado pelo autor.

8.3.2 Setas com providências

As setas contêm providências a serem tomadas diante da simulação de um processo de elevação da alvenaria estrutural. Estas foram identificadas através de quatro cores distintas (verde, azul, preto e laranja), sendo que duas correspondem a pontos positivos e duas a pontos frágeis ao processo. Os pontos positivos tratam-se das Boas Práticas (BP) (verdes) e das Atividades Facilitadoras (AF) (azuis), já os pontos frágeis correspondem às Atividades Falhas – Leves (AL) e às Atividades Falhas – Graves (AG) identificadas, respectivamente, com as cores preta e laranja.

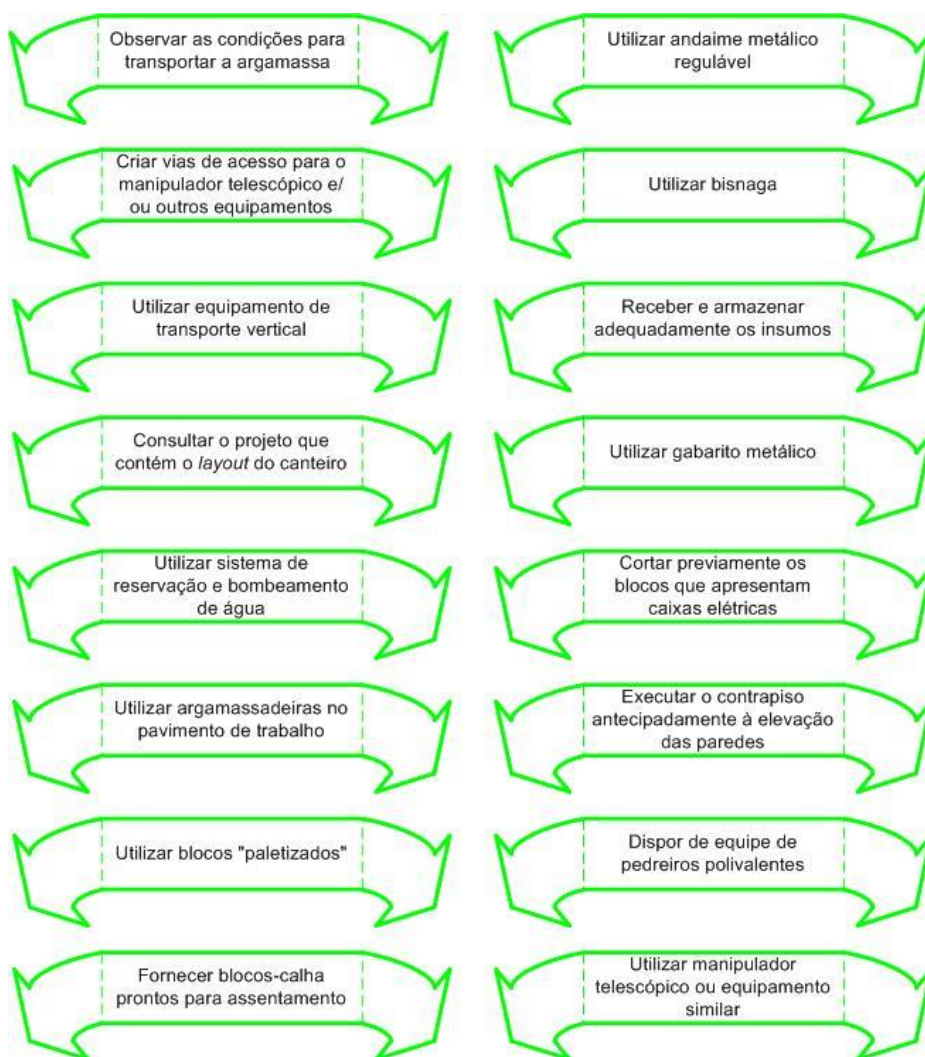
As setas utilizadas são duplas, com as duas extremidades curvas, para permitir que os participantes possam posicioná-las livremente no fluxograma em ambos os lados. Dessa forma, após definir a localização da providência, o jogador deverá recortar uma das extremidades da seta e posicioná-la adequadamente. Para facilitar a inserção das setas, recomenda-se a utilização de fita dupla face, adesivo ou outro meio para sua fixação no fluxograma.

Ressalta-se que as providências desenvolvidas neste jogo foram originadas a partir de observações realizadas em campo e entrevistas com gerentes de obras. Caso deseje-se utilizar esta simulação em empresas construtoras, poderão ser criadas novas Boas Práticas, Atividades Facilitadoras, Atividades Falhas (Leves) ou Atividades Falhas (Grave), utilizando, preferencialmente, providências referentes a pontos para os quais se deseje chamar atenção, servindo como alerta para a equipe produtiva.

Ao todo foram desenvolvidas 37 providências, sendo 16 BP's, 7 AF's, 6 AL's e 8 AG's. As ilustrações a seguir (Figuras 13, 14, 15 e 16) apresentam todas as providências que podem ser utilizadas na dinâmica:

- a) Boas Práticas (BP) - atividades cuja utilização implica na adoção de melhorias ao processo. O gerente participante que utilizar esse tipo de atividade deverá pontuar positivamente.

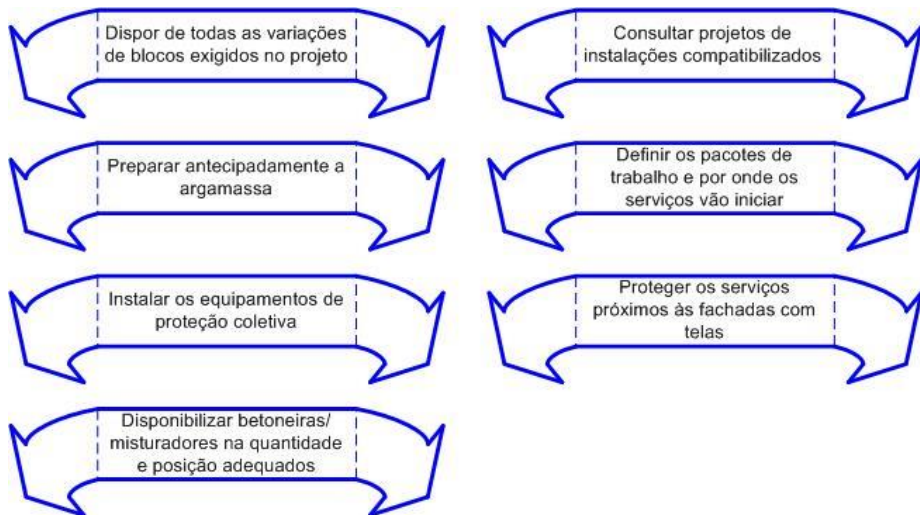
Figura 13 – Boas Prática



Fonte: Elaborado pelo autor.

- b) Atividades Facilitadoras (AF) - atividades cuja utilização, além de provocar melhorias no processo, pode evitar interrupções. O jogador que adotar uma AF deverá receber a pontuação máxima positiva.

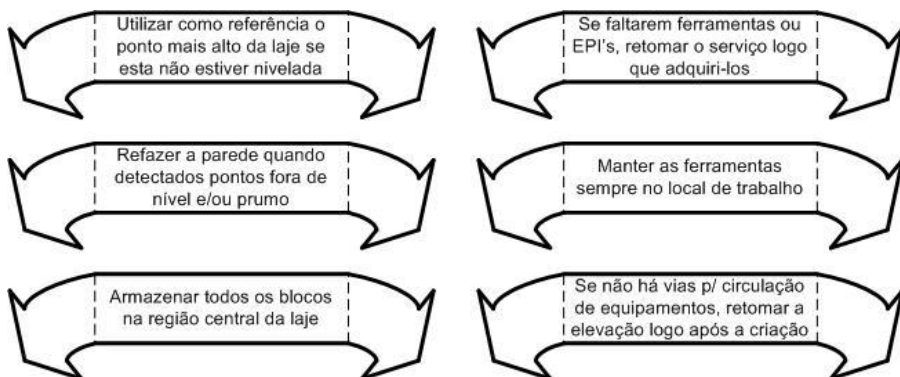
Figura 14 – Atividades Facilitadoras



Fonte: Elaborado pelo autor.

- c) Atividades Falhas – Leves (AL) - utilização de forma tardia ou não atendimento de uma “Atividade Boa Prática (BP). Logo, a sua adoção implica em deixar de adotar uma melhoria no processo, portanto, o participante que utilizar esse tipo de atividade será penalizado através de pontuação negativa.

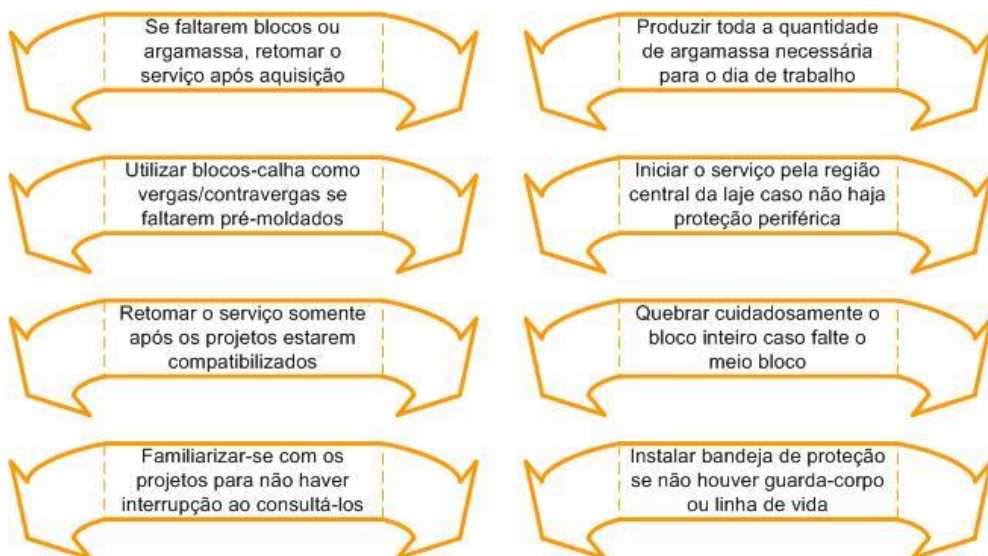
Figura 15 – Atividades Falhas (Leves)



Fonte: Elaborado pelo autor.

- d) Atividades Falhas – Graves (AG) - utilização de forma tardia ou não atendimento de uma “Atividade Facilitadora (AF)”, ou ainda não cumprimento de itens de normas. Dessa forma, a sua adoção implica em deixar de adotar uma melhoria no processo, correndo, ainda, o risco de gerar uma interrupção no processo. Portanto, o gerente que adotar uma AG deverá ser penalizado com a pontuação máxima negativa.

Figura 16 – Atividades Falhas (Graves)



Fonte: Elaborado pelo autor.

8.3.3 Fotos

As ilustrações foram registradas a partir da utilização de Boas Práticas e Atividades Facilitadoras observadas nos canteiros de obras. A sua utilização no jogo proporciona um caráter lúdico e interativo entre os participantes, relacionando a simulação com a realidade da obra. Portanto, o gerente que associar corretamente a foto à providência, deverá receber um bônus extra.

Recomenda-se que, no caso de empresas, ao aplicar o jogo sejam utilizadas como fotos registros de obras próprias, principalmente naquelas providências para as quais se deseje chamar atenção. Para facilitar a inserção das fotos junto às providências correspondentes, pode-se utilizar fita dupla face, adesivo ou outro meio para sua fixação no fluxograma. Sugere-se ainda que os participantes tenham acesso às fotos somente após o processo de inserção das providências, para que eles não sejam influenciados pelas figuras no momento da seleção das setas a serem inseridas no fluxograma.

As oito ilustrações utilizadas para as Boas Práticas encontram-se representadas na Figura 17.

Figura 17 – Ilustrações correspondentes às Boas Práticas



Utilizar argamassadeiras no pavimento de trabalho



Utilizar blocos “palletizados”



Fornecer os blocos calha prontos para assentamento



Utilizar andaime metálico regulável



Utilizar bisnaga



Utilizar gabarito metálico



Cortar previamente os blocos que apresentam caixas elétricas

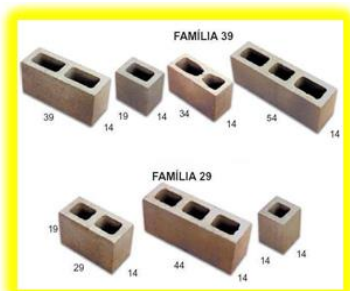


Utilizar manipulador telescópico ou equipamento similar

Fonte: Registradas pelo autor.

Já para quatro ilustrações das Atividades Facilitadoras, foram utilizadas as ilustrações da Figura 18.

Figura 18 – Ilustrações correspondentes às Atividades Facilitadoras



Disponer de todas as variações de blocos exigidos no projeto



Consultar projetos de instalações compatibilizados



Instalar os equipamentos de proteção coletiva



Disponibilizar betoneiras/misturadores na quantidade e posicionamento adequados

Fonte: Elaborado pelo autor.

8.4 MANUAL DO JOGO

8.4.1 Objetivo

Simular a execução de um processo de elevação de alvenaria estrutural sem interrupções.

8.4.2 Aplicabilidade

Treinamento, processo de comunicação, percepção, planejamento e gerenciamento de processos.

8.4.3 Materiais

Cada equipe deve receber um kit, que deverá conter:

- Manual do jogo, contendo o título do jogo, objetivos, aplicabilidade, materiais, participantes, instruções, duração e legenda de símbolos;
- Fluxogramas em papel A3 (duas unidades, sendo uma reserva ou de apoio);
- Providências representadas em setas adesivas (37 unidades);
- Caneta marca-texto;
- Tesoura; e
- Régua de plástico.

Além dos itens presentes nos kits, as equipes poderão utilizar fotos que devem ser posicionadas em local afastado dos participantes, para que estes não sejam influenciados pelas figuras no momento da seleção das providências a serem inseridas no fluxograma. Cada equipe terá 12 (doze) fotos à sua disposição.

8.4.4 Participantes:

Os participantes serão divididos em equipes, de forma que cada grupo deve ser equitativamente formado por gerentes de obras de uma ou mais empresas. Caso haja mais de uma empresa presente na dinâmica, sugere-se que as equipes sejam constituídas por engenheiros de empresas distintas, visando não estabelecer competições entre as construtoras, já que este não é o intuito do jogo.

8.4.5 Instruções:

As instruções para o jogo se iniciam com a frase: Sejam bem-vindos ao Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”. Como você executaria um processo de elevação de alvenaria estrutural sem interrupções? Para responder a esta pergunta, entre nesse desafio.

Utilize as setas e o marcador de texto no fluxograma para atender ao objetivo do jogo. Cada seta contém uma providência diferente a ser tomada diante da simulação de um processo de elevação da alvenaria estrutural. Se

achar necessário, posicione a seta ao lado daquela atividade do fluxograma que não deve ser interrompida. Após decidir a posição, recorte adequadamente e cole a seta no fluxograma.

Caso você já identifique uma providência presente dentro do próprio fluxograma, destaque-a com o auxílio da caneta marca-texto e da régua.

Você têm à sua disposição 37 atividades, utilize aquelas que você julgar necessárias.

Após esse procedimento, os participantes, caso desejem, poderão ainda inserir uma ou mais fotos ao lado daquela(s) atividade(s) que acharem necessário.

Considere que o processo de elevação da alvenaria estrutural seja realizado na 3ª laje de uma edificação vertical.

8.4.6 Duração

Recomenda-se a utilização de 40 (quarenta) minutos para a conclusão do jogo, já considerando nesse prazo o tempo necessário para inserção das fotos no fluxograma.

8.4.7 Quadro de símbolos e legendas

Os símbolos utilizados para a elaboração do fluxograma foram criados a partir da pesquisa de Santos (2004). O quadro 5 apresenta os símbolos e seus significados.

Quadro 5 – Símbolos utilizados

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	PROCESSAMENTO
	VERIFICAÇÃO
	PROCESSAMENTO SEGUIDO DE VERIFICAÇÃO
	DECISÃO SEGUIDA DE VERIFICAÇÃO
	TRANSPORTE
	ARMAZENAGEM

Fonte: Adaptado de Santos (2004).

8.5 CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a aplicação da dinâmica, o ministrante deverá apresentar os critérios utilizados no processo de análise dos resultados. É fundamental que sejam revelados e discutidos os pontos frágeis do jogo, principalmente aqueles que foram utilizados pelos participantes. Poderão ser estabelecidas escalas de pontuações para cada tipo de providência inserida ou identificada, em que sejam atribuídas pontuações positivas para as Boas Práticas e Atividades Facilitadoras e penalizações por intermédio de pontuações negativas para as Atividades Falhas (Leves) e Atividades Falhas (Graves).

Como o intuito do jogo não é o de estabelecer competições entre empresas ou participantes, sugere-se que o resultado final das pontuações não sejam necessariamente revelados para o grupo, mas que ele possa servir principalmente para análises internas na empresa, podendo ser discutido individualmente entre os participantes ou a equipe. Portanto, durante a apresentação dos resultados, deve-se dar maior ênfase à apresentação dos pontos positivos e frágeis inseridos no fluxograma, ressaltando a relevância em utilizar Boas Práticas e Atividades Facilitadoras

e alertando sobre a utilização das Atividades Falhas (Leves) e Atividades Falhas (Graves).

Após a dinâmica, mais importante do que apresentar meras pontuações alcançadas é abrir uma mesa de discussões em que sejam debatidas as estratégias utilizadas para montar os fluxogramas e as principais contribuições para o conhecimento dos participantes como gestores, buscando formas de utilizar, no dia a dia, as atividades que contribuem para a melhoria do processo de elevação da alvenaria estrutural.

Os Quadro 6 e 7 apresentam os critérios para análise dos resultados, em que são descritos os quatro tipos de providências e o bônus extra, a pontuação recomendada, os códigos utilizados e os objetivos da utilização de pontos positivos e frágeis. Os códigos adotados servem somente para efeitos de auxílio na avaliação dos resultados.

Quadro 6 – Critérios de pontuações recomendadas e objetivos para os pontos positivos e frágeis (continua)

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	PONT.	CÓD.	OBJETIVO
Atividade Boa Prática	Atividade cuja utilização implica em melhorias para o processo executivo. A adoção dessas atividades pelo gestor caracteriza a utilização de ações que trazem benefícios diretos ou indiretos para a continuidade do fluxo. Logo, de acordo com o critério do jogo, recomenda-se que o participante que inserir/identificar uma "Atividade Boa Prática" no seu fluxograma deverá receber 1 ponto positivo por atividade inserida/identificada.	+1	BP	Avaliar a capacidade do gestor em utilizar ações gerenciais que visam a continuidade do fluxo e introduzam melhoria contínua no processo.

Atividade Facilitadora	A " Atividade Facilitadora " é tratada como uma ação cuja negligência pode causar uma interrupção. A sua utilização no processo promove a continuidade do fluxo de produção e a melhoria contínua, referindo-se a uma atitude tomada por um gestor que age de acordo com a mentalidade <i>lean</i> . Caso o jogador insira/identifique esse tipo de atividade no seu fluxograma, recomenda-se que este receba a pontuação máxima (2 pontos positivos por atividade inserida/identificada).	+2	AF	
-------------------------------	---	----	----	--

Quadro 6 – Critérios de pontuações recomendadas e objetivos para os pontos positivos e frágeis (continuação)

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	PONT.	CÓD.	OBJETIVO
Atividade Falha (Leve)	Para o jogador que insere esse tipo de atividade no seu fluxograma, recomenda-se que ele seja penalizado negativamente (1 ponto negativo por atividade inserida).	-1	AL	Verificar se o gestor deixa de aplicar antecipações gerenciais no momento correto e de forma precisa ou deixando de seguir normas pertinentes.
Atividade Falha (Grave)	A utilização dessas atividades refere-se à pior situação para o processo, por isso recomenda-se que o jogador seja penalizado com a pontuação negativa máxima (2 pontos negativos por atividade inserida).	-2	AG	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 7 – Critério de pontuação recomendada e objetivo para o bônus extra (fotos).

BÔNUS	DESCRIÇÃO	PONT.	CÓD.	OBJETIVO
Utilizar foto corretamente em " Atividade Facilitadora " ou " Boa Prática "	Inserir foto na " Atividade Facilitadora " ou " Boa Prática " correspondente, recomenda-se a adoção de um bônus extra de +0,2 pontos por foto inserida corretamente.	+0,20	FT	Tornar o jogo lúdico e interativo, buscando ilustrar a aplicação dessas atividades ao simular uma situação real.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Boas práticas e Atividades Facilitadoras utilizadas no jogo são as constantes, respectivamente, nas alíneas “a” e “b” do item 8.3.2 além daquelas identificáveis no processo. Os Quadros 8 e 9 especificam quais dessas providências podem ser inseridas (sob a forma de setas) e quais podem ser identificadas no próprio fluxograma (com o auxílio da caneta marca-texto).

Quadro 8 – Boas Práticas inseridas e identificadas no fluxograma

BOAS PRÁTICAS	INSERIDA/IDENTIFICADA
Observar as condições para transportar a argamassa	Inserida
Criar vias de acesso para o manipulador telescópico e/ou outros equipamentos	Inserida
Utilizar equipamento de transporte vertical	Inserida
Consultar o projeto que contém o <i>layout</i> do canteiro	Inserida
Ferramentas, equipamentos, EPI's	Identificada
Utilizar sistema de reservação e bombeamento de água	Inserida
Utilizar argamassadeiras no pavimento de trabalho	Inserida
Utilizar blocos "paletizados"	Inserida
Fornecer os blocos-calha prontos para assentamento	Inserida
Utilizar andaime metálico regulável	Inserida
Utilizar bisnaga	Inserida
Receber e armazenar adequadamente os insumos	Inserida
Conferir prumo e nível	Identificada
Utilizar gabarito metálico	Inserida
Verificar se o local de trabalho de trabalho está limpo	Identificada

Cortar previamente os blocos que apresentam caixas elétricas	Inserida
Executar o contrapiso antecipadamente à elevação das paredes	Inserida
Dispor de equipe de pedreiros polivalentes	Inserida
Utilizar manipulador telescópico ou equipamento similar	Inserida

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 9 – Atividades Facilitadoras inseridas e identificadas no fluxograma

ATIVIDADES FACILITADORAS	INSERIDA/IDENTIFICADA
Dispor de todas as variações de blocos exigidos no projeto	Inserida
Projeto de 1ª e 2ª fiada	Identificada
Projeto estrutural	Identificada
Consultar projetos de instalações compatibilizados	Inserida
Preparar antecipadamente a argamassa	Inserida
Transportar blocos-calha, graute, armadura (ou elementos pré-moldados)	Identificada
Definir os pacotes de trabalho e por onde os serviços vão iniciar	Inserida
Instalar os equipamentos de proteção coletiva	Inserida
Proteger os serviços próximos às fachadas com telas	Inserida

Disponibilizar betoneiras/misturadores na quantidade e posicionamento adequados	Inserida
---	----------

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Atividades Falhas (Leves) e as Atividades Falhas (Graves) apresentadas nas alíneas “c” e “d” do item 8.3.2 são mostradas nos Quadros 10 e 11, com as respectivas descrições das falhas.

Quadro 10 – Descrição das Atividades Falhas (Leves)

ATIVIDADE FALHA (LEVE)	DESCRIÇÃO DA FALHA
Utilizar como referência o ponto mais alto da laje quando esta não estiver nivelada	Caso a elevação da alvenaria seja iniciada sem que haja o prévio nivelamento da laje, essa diferença de nível somente será corrigida durante a elevação da alvenaria. Dessa forma, poderão ocorrer retrabalhos devidos à execução de paredes fora de nível e prumo. Isso ocorre porque o funcionário irá nivelar a laje somente no contorno das paredes, tomando como referência somente a cota mais alta. Logo, O nivelamento deve ser realizado durante a concretagem ou antes do assentamento (contrapiso antecipado).
Se faltarem ferramentas ou EPI's, retomar o serviço logo que adquiri-los	Caso as ferramentas apropriadas ou os EPI's não sejam fornecidos, os serviços não devem ser nem mesmo iniciados, podendo gerar retrabalhos ou afastamento de funcionários por acidente de trabalho. Nunca se deve contar com a possibilidade de existência de retrabalhos, já que um dos principais intuítos das antecipações é de eliminar a sua ocorrência. Ademais, se houve retomada do serviço, subentende-se que a atividade foi interrompida, assim, o gerente não poderá contar com paradas no processo.

Refazer a parede quando detectados pontos fora de nível e/ou prumo	Caso a atividade seja corretamente planejada, os serviços sejam realizados com as ferramentas apropriadas e haja preocupação em conferir constantemente o alinhamento e prumo das fiadas, não serão gerados retrabalhos. Logo, caso haja essa preocupação inicial de forma que todos os recursos estejam disponíveis antes e durante a elevação da alvenaria, não haverá retrabalhos (evita a ocorrência de <i>making-do</i>). Nunca se deve contar com a possibilidade de existência de retrabalhos, já que um dos principais intuítos das antecipações é de eliminar a sua ocorrência.
Manter as ferramentas sempre no local de trabalho	As ferramentas devem ser limpas e armazenadas de forma adequada, de forma a garantir a sua conservação e durabilidade.
Armazenar todos os blocos na região central da laje	As pilhas de blocos devem ser distribuídas no pavimento de trabalho de forma que a laje não fique sobrecarregada.
Se não há vias para a circulação de equipamentos, retomar a elevação após a criação	Deve haver essa preocupação durante o estudo de <i>layout</i> da obra, antes de iniciar o processo de elevação da alvenaria e não durante a ocorrência deste. As vias de circulação devem ser previamente preparadas (de preferência deixadas em sua cota final - para alcance do manipulador). Ademais, se houve retomada do serviço, subentende-se que a atividade foi interrompida, assim, o gerente não poderá contar com paradas no processo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 11 – Descrição das Atividades Falhas – Graves (continua)

ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	DESCRIÇÃO DA FALHA
Se faltarem blocos ou argamassa, retomar o serviço após aquisição	Essa deve ser uma preocupação inicial, já que a argamassa e os blocos são os gargalos desse processo. Assim, antes do seu início, deve-se eliminar a possibilidade de ocorrência de interrupções no processo de elevação da alvenaria estrutural. Ademais, se houve retomada do serviço, subentende-se que a atividade foi interrompida, assim, o gerente não poderá contar com paradas no processo.
Produzir toda a quantidade de argamassa necessária para o dia de trabalho	A produção em excesso da argamassa pode resultar em perda por superprodução (desperdício de material). Além disso, as NBR's 15812 e 15961 determinam um prazo de validade máximo para a utilização da argamassa. Segundo essas normas, a trabalhabilidade da argamassa deve ser compatível com as características dos materiais constituintes da alvenaria e com os equipamentos a serem empregados na mistura, transporte e aplicação. Ainda de acordo com essas NBR's, a argamassa deve ser acondicionada em uma argamassadeira metálica ou plástica, que garanta a estanqueidade. O volume da argamassadeira deve ser tal que toda a argamassa seja consumida no prazo máximo de 2h30min.
Utilizar blocos-calha como vergas/contravergas se faltarem pré-moldados	O serviço só deve ser iniciado depois que todos os recursos estejam disponíveis. Logo, essa preocupação deve haver no início do processo, para que não haja interrupções ou retrabalhos por divergências com o projeto. De acordo com as NBR's 15812 e 15961, as vergas e contravergas podem ser executadas com canaletas preenchidas com graute e armadura, peças moldadas no local ou peças pré-fabricadas, conforme especificado no projeto. Assim, as vergas e

	contravergas devem ser executadas conforme estabelece o projeto, não sendo uma medida a ser tomada durante o processo de elevação da alvenaria.
Iniciar o serviço pela região central da laje caso não haja proteção periférica	De acordo com a NR 18 (MTE, 2013), item 18.13.1, é obrigatória a instalação de proteção coletiva onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção e materiais. Ainda de acordo com o item 18.13.4 dessa norma, é obrigatória, na periferia da edificação, a instalação de proteção contra queda de trabalhadores e projeção de materiais a partir do início dos serviços necessários à concretagem da primeira laje. Logo, os serviços não podem ser iniciados sem que haja uma medida de proteção contra quedas, nem mesmo na região central da laje.
Retomar o serviço somente após os projetos estarem compatibilizados	Os serviços só devem ser iniciados após a compatibilização entre os projetos (e não durante o processo), para que não haja interrupções no processo ou retrabalhos. A falta de compatibilização pode comprometer a qualidade, gerando quebras indevidas para embutimento de instalações. Ademais, se houve retomada do serviço, subentende-se que a atividade foi interrompida, assim, o gerente não poderá contar com paradas no processo.

Quadro 11 – Descrição das Atividades Falhas – Graves (continuação)

ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	DESCRIÇÃO DA FALHA
Quebrar cuidadosamente o bloco inteiro caso falte o meio bloco	A atividade de elevação da alvenaria estrutural só pode ser iniciada quando todos os recursos estiverem disponíveis no canteiro de obras. Logo, essa preocupação deve haver no início do processo, para que não haja interrupções ou retrabalhos por divergências com o projeto. O projeto estrutural deve ser rigorosamente atendido, principalmente quando se trata de paredes estruturais (NBR's 15812 e 15961). Ademais, a adoção dessa providência poderia causar a geração de resíduos na obra.
Familiarizar-se com os projetos para não haver interrupção ao consultá-los	Todos os projetos devem estar disponíveis no local de trabalho, para que seja consultado constantemente sempre que necessário.
Instalar bandejas de proteção caso não haja proteção periférica ou linha de vida	A proteção periférica e as bandejas de segurança possuem funções distintas e devem ser obrigatoriamente instaladas por exigência da NR 18 (MTE, 2013). A utilização de linha de vida e proteção periférica não isenta a necessidade de instalação de linha de vida.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, com base nos critérios definidos, o Quadro 12 apresenta as pontuações máximas alcançáveis pelos participantes de acordo com os tipos de providências inseridos e/ou identificados e com as fotos utilizadas. Tem-se, portanto, como situação ideal aquela em que o gerente insere/identifica todos os pontos positivos e fotos e não utiliza nenhum ponto frágil, totalizando 32,40 pontos positivos. A pior situação seria aquela em que o jogador insere todos os pontos frágeis e nenhum ponto positivo ou foto, somando 22,0 pontos negativos.

Quadro 12 – Pontuações máximas alcançáveis

	ATIVIDADE	QUANT.	PONTUAÇÕES	PONTUAÇÕES MÁXIMAS
+	ATIVIDADE FACILITADORA	10	+2	+20
	ATIVIDADE BOA PRÁTICA	19	+1	+10
	FOTO	12	+0,2	+2,4
-	ATIVIDADE FALHA (LEVE)	06	-1	-6
	ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	08	-2	-16
	SITUAÇÃO IDEAL		PIOR SITUAÇÃO	
	INSERIR/IDENTIFICAR TODOS OS PONTOS POSITIVOS E FOTOS E NENHUM PONTO FRÁGIL		INSERIR TODOS OS PONTOS FRÁGEIS E NENHUM PONTO POSITIVO OU FOTO	
	+32,4		-22	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto mais próxima da situação ideal for a pontuação alcançada, maior a probabilidade do gerente apresentar um comportamento *lean*. Ressalta-se, porém, que devem-se observar os fluxogramas montados, discutir os resultados obtidos, analisar a estratégia de ação de cada equipe e realizar debates com os gerentes participantes antes de se tirar quaisquer conclusões finais do jogo.

8.6 RECOMENDAÇÕES PARA APLICAÇÃO DO JOGO

Este item apresenta algumas sugestões feitas com base em impressões e recomendações extraídas a partir de testes e aplicações do Jogo “Estimulando Boas Práticas – Alvenaria Estrutural” com professores doutores e mestres em engenharia civil e engenharia de produção, alunos formandos do curso de graduação em engenharia civil, alunos de iniciação científica, gerentes de obras e gerentes de planejamento. Levou-se em consideração ainda análises comportamentais realizadas por uma

professora mestre em psicologia, que participou da pesquisa durante a fase de aplicação do jogo simulativo. Foi possível, então, destacar separadamente aspectos relativos à aplicação do jogo de uma forma geral (para fins profissionais e acadêmicos) e ao caso particular da sua utilização em empresas construtoras.

Assim, as principais recomendações a serem observadas antes e durante o processo de aplicação do jogo na sua utilização para fins profissionais ou acadêmicos são:

- Realizar a aplicação do jogo sob a coordenação de um ministrante ou facilitador, que é o responsável por fornecer os direcionamentos da dinâmica, gerenciar o tempo disponível, informar os resultados e mediar o debate a ser realizado após o jogo;
- Utilizar uma equipe de apoio para auxiliar o ministrante na preparação do local da dinâmica, montagem dos kits, cronometragem do tempo, registros fotográficos e coleta de informações para análise dos resultados;
- Montar uma apresentação com o auxílio de um editor de apresentações computacional (como o Microsoft Power Point, BrOffice Impress, entre outros), a exemplo da apresentação presente no Apêndice C;
- Confeccionar as providências (em setas) em folhas de papel grosso, *couché* ou similar, de forma a proporcionar maior resistência às setas manuseadas;
- Para confecção das providências, utilizar fita adesiva dupla face, adesivo ou outro material similar que proporcione posicionamento firme e adequado às setas a serem fixadas no fluxograma;
- Plotar o fluxograma em folhas de papel, no mínimo, no tamanho A2, de forma que proporcionem espaço suficiente para a inserção das providências e fotos;
- Posicionar as fotos em local distante do fluxograma, de forma que os participantes tenham acesso às ilustrações somente após o processo de inserção das providências, para que eles não sejam influenciados pelas figuras no momento da seleção das setas a serem inseridas no fluxograma;
- Ao divulgar os resultados do jogo para as equipes, não divulgar apenas os números finais obtidos pelos times, mas realizar debates entre os participantes em que seja possível discutir os pontos positivos e frágeis inseridos e como adotar, na prática, as atividades que contribuem para a melhoria dos processos;
- Caso o jogo seja utilizado para fins de pesquisa, aplicar com os participantes um questionário para obtenção do perfil dos participantes (a exemplo do que foi apresentado no Apêndice B). O questionário pode ser

útil durante o processo de análise dos dados, possibilitando relacionar resultados obtidos durante a fase de aplicação da dinâmica com informações pessoais, acadêmicas e profissionais dos participantes.

Já as sugestões ou recomendações para aplicação do jogo, no caso particular de empresas construtoras, são:

- Elaborar o fluxograma de acordo com a sua realidade, feito com base em procedimento operacional próprio;
- Criar as providências (em setas) para aqueles pontos positivos ou frágeis para os quais se deseja chamar atenção, servindo como alerta para a equipe produtiva;
- Focar nos pontos de fragilidade, de forma que os gerentes sejam questionados sobre o porquê da inserção deste ou daquele ponto frágil, tornando o processo vulnerável a interrupções. Chamar atenção do gerente como sinal de alerta para o processo a partir da utilização dos pontos de fragilidade;
- Utilizar como fotos (bônus extra) registros fotográficos de obras da própria empresa, principalmente daquelas providências para as quais se deseja chamar atenção. Dessa forma, é possível facilitar a compreensão do fluxo de produção pelos gerentes, ao possibilitar que eles enxerguem o processo produtivo que ocorre nos seus canteiros, relacionando o lúdico e a simulação com a realidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os principais produtos obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa em cada uma das etapas e são discutidos os aspectos de maior relevância para o estudo.

10.1 ETAPA 1 – ESTUDO EXPLORATÓRIO

O estudo exploratório obteve como principais produtos um *checklist* atualizado de normas técnicas para o processo de elevação da alvenaria estrutural e um fluxograma com a sequência de atividades necessárias para a realização desta atividade.

O *checklist* de normas técnicas (Anexo A) foi elaborado por Santos em 2008 e nesta pesquisa foi necessária uma nova leitura devido a atualizações sofridas pelas normas brasileiras da ABNT a seguir relacionadas: NBR 15270-1 (ABNT, 2005a), NBR 15270-2 (ABNT, 2005b), NBR 15270-3 (ABNT, 2005c), NBR 15961-2 (ABNT, 2011), NBR 15812-1 (ABNT, 2010a) e NBR 15812-2 (ABNT, 2010b). A sua atualização assim como as observações diretas, consulta a documentos e projetos, entrevistas, reuniões, entre outros, permitiram a compreensão do processo executivo de elevação da alvenaria estrutural e a elaboração do fluxograma presente no Apêndice D.

Ao aplicar o Modelo de Integração proposto por Santos (2004), foi possível inserir as atividades facilitadoras presentes no processo. Vale ressaltar que foram consideradas como AF's as antecipações que representam ações gerenciais cuja não observância causa, necessariamente, interrupções no processo construtivo. Assim, foi possível identificar as AF's entre as boas práticas e representar através de setas todas as atividades que contribuem para a melhoria do processo construtivo. Dessa forma, no fluxograma, somente as AF's foram realçadas com cores e classificadas por categoria. As boas práticas permaneceram na cor preta.

Observa-se que as AF's identificadas no estudo exploratório foram: “verificar projeto de paginação” (categoria projeto); “verificar projeto de instalações elétricas e hidráulicas” (categorias projeto e conferência do trabalho); “distribuir betoneiras estrategicamente” (categoria programação de obra); “dispor de variação de blocos da mesma família” (categorias preparação do trabalho e programação de obra); e “verificar projeto estrutural com relação a emendas e amarração das paredes” (categoria projeto). Verifica-se ainda que estas AF's correspondem a aproximadamente 30% das boas práticas identificadas.

10.2 ETAPA 2 – LISTA DE BOAS PRÁTICAS

Durante a segunda etapa, foi possível elaborar uma lista de boas práticas para o processo de elevação da alvenaria baseada, principalmente, nos produtos desenvolvidos na primeira etapa, em publicações do Senai (2003), na tese de Santos (2004), no artigo científico de Santos e Heineck (2006), na obra de Taulil e Nese (2010) e em pesquisas anteriores de iniciação científica conduzidas por Santos (2012 e 2013). A referida lista (Apêndice E) descreve cada atividade e caracteriza as boas práticas encontradas de acordo com os elementos citados no item 7.3.2.

Para identificar quais boas práticas deveriam ser tratadas como atividades facilitadoras, foi necessária a inserção de uma coluna com um questionamento, de forma a verificar se a não utilização da boa prática interrompe ou não o serviço. As boas práticas que tiveram “Sim” como resposta foram consideradas como atividades facilitadoras, e estas foram classificadas de acordo com Santos (2004).

Todas as AF's apresentadas na lista foram identificadas como antecipações gerenciais (e não como remoção de restrição), pois buscam prevenir a ocorrência de situações inesperadas em atividades previsíveis.

Verifica-se no Apêndice E que as AF's corresponderam a aproximadamente 33% do total de boas práticas. Esta informação corrobora para a questão de pesquisa levantada, de que existem dificuldades por parte dos gerentes para aplicar as AF's, mas, de acordo com a quantidade de boas práticas levantadas, existe a iniciativa destes em buscar melhorias do processo analisado pela aplicação destas práticas favoráveis à continuidade do processo.

Percebe-se ainda que a porcentagem de AF's encontradas na lista entre as boas práticas é similar àquela encontrada durante a realização do

estudo exploratório (30%), confirmando a sua frequência média nos processos de elevação de alvenaria pesquisados.

Ademais, as principais causas de interrupção das atividades, caso as AF's levantadas não fossem postas em prática, foram: “retrabalho”, “falha na programação de tarefas” e “baixa produtividade”. Observa-se que estas causas estão relacionadas com as categorias de perda que apresentaram maiores ocorrências: “perdas por processamento”, “perdas por espera” e “*making-do*”. Neste contexto, os princípios mais frequentes foram “introdução de melhoria contínua no processo”, “redução do tempo de ciclo” e “redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto”.

Quanto às categorias de AF's mais observadas tem-se: “preparação do trabalho”, “projeto” e “programação de obra”. Ainda, o nível hierárquico mais frequente foi o operacional, seguindo a lógica de que é no curto prazo onde são visualizados os problemas que deveriam ter sido resolvidos caso fossem previstos nos níveis de planejamento de médio ou longo prazo.

Para proporcionar maior organização do *checklist* (elaborado na etapa 3) e também para análises futuras das dificuldades de identificação das próprias AF's, as demais boas práticas também foram categorizadas, dessa forma, atividades semelhantes foram agrupadas independente de serem ou não classificadas como AF's.

10.3 ETAPA 3 – CHECKLIST

A classificação das AF's por categoria foi necessária para a montagem do Diagrama de *Ishikawa* (Apêndice F). Nele, as AF's foram inseridas seguidas das respectivas numerações, respeitando a ordem apresentada na lista de boas práticas do Apêndice E. Dessa forma, o Diagrama foi fundamental para a seleção das AF's mais relevantes para a pesquisa. Estas foram inseridas no *checklist* em forma de afirmações, juntamente com as boas práticas que apresentaram maior frequência na lista. Assim, o preenchimento do *checklist* permitiu aos gerentes classificarem as atividades de acordo com o grau de importância atribuído por eles.

O resultado do *checklist*, após submissão para validação e realização dos devidos ajustes, pode ser encontrado no Apêndice G. Ressalta-se que os objetivos apresentados serviram somente para efeitos de validação, sendo suprimidos quando da fase de aplicação, e que todas as boas práticas

utilizadas no *checklist* foram agrupadas de acordo com as categorias propostas por Santos (2004).

10.4 ETAPA 4 – APLICAÇÃO DO CHECKLIST

A análise das respostas do *checklist* fornecidas pelos gerentes não foi realizada isoladamente, mas em conjunto com aspectos observados durante as visitas realizadas nas obras. Dessa forma, foi possível realizar uma comparação, buscando estabelecer uma relação, entre as opiniões dos gerentes e o que acontece na prática nos canteiros.

Após aplicação do *checklist*, todos os dados foram inseridos em uma única planilha em que as respostas dos seis gerentes foram colocadas lado a lado, para possibilitar a análise das informações. Após esse processo, elaborou-se uma tabela geral (Quadro 13) contendo o somatório das respostas dadas de acordo com o grau de importância atribuído pelos gerentes das seis empresas.

Quadro 13 – Tabela com somatório geral das respostas dos gerentes

EMPRESA	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
	NENHUMA IMPORTÂNCIA	POUCO IMPORTANTE	INDIFERENTE	IMPORTANTE	MUITO IMPORTANTE
A	1	1	0	26	3
B	0	4	1	14	12
C	1	1	1	7	21
D	1	0	2	12	16
E	2	7	4	13	5
F	0	1	5	10	15
TOTAL	5	14	13	82	72
%	2,69%	7,53%	6,99%	44,09%	38,71%
% TOTAL	17,20%			82,80%	

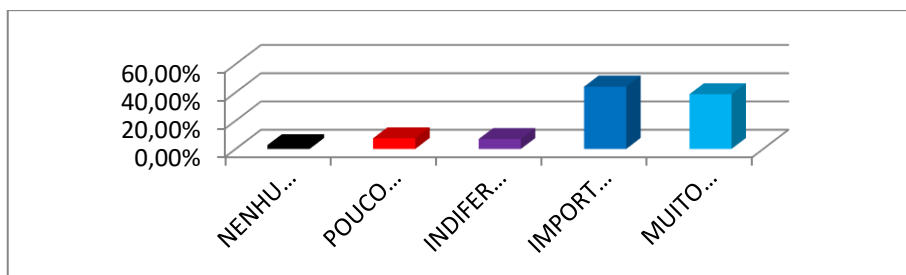
Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise da tabela permitiu concluir que 82,80% dos gerentes entrevistados consideram como “importante” ou “muito importante” a utilização das boas práticas no processo de elevação da alvenaria estrutural, significando que, independente da utilização dessas atividades no dia a dia, os gestores reconhecem que a sua adoção reduz a ocorrência de perdas e pode trazer benefícios para a continuidade do fluxo.

As porcentagens mostradas no quadro anterior foram apresentadas sob a forma de gráfico, na Figura 19. Conforme é possível visualizar, a adoção das atividades consideradas como “nenhuma importância”, “pouco importante” ou “indiferente”, totalizaram 17,20% do total da escala de

importância, o que pode indicar a existência de pontos de alerta no processo de produção e estes merecem atenção. Foi, então, necessária a análise individual das respostas de cada gerente, buscando relacioná-las com aspectos observados nos canteiros de obra em particular. Essas considerações foram realizadas a partir da seção 9.4.1.

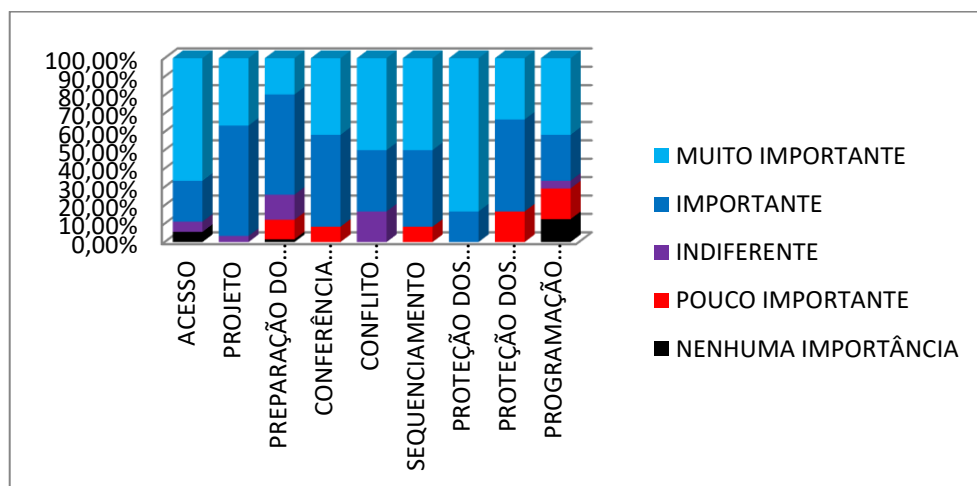
Figura 19 – Gráfico da estatística geral das respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Elaborou-se ainda um gráfico geral (Figura 20) com base no somatório dos graus de importância atribuídos a cada uma das categorias em que foi dividido o *checklist*. Dessa forma, observou-se que as quatro categorias que atingiram maiores porcentagens de atividades consideradas “importantes” ou “muito importantes” foram, em ordem decrescente, “Proteção dos Operários” (100%), “Projeto” (96,67%) e, com a mesma porcentagem, as categorias “Conferência do Trabalho” (91,67%) e “Sequenciamento” (91,67%).

Figura 20 – Gráfico das porcentagens totais por categoria



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa estatística indica que os gerentes estão cientes dos transtornos causados pelos acidentes de trabalho e das exigências do Ministério do Trabalho, porém, a partir das visitas realizadas, somente duas das obras pesquisadas estavam totalmente de acordo com as recomendações da NR 18 (MTE, 2013), para medidas de proteção individual e coletiva. Presume-se, portanto, que apesar de conhecer os riscos, os gerentes, na prática, não adotam medidas no sentido de evitar acidentes de trabalho.

Já o elevado grau de importância atribuído à categoria “Projeto” pode ser explicado pela necessidade em dispor de todos os projetos no local da obra, para serem consultados sempre que necessário no local de execução dos serviços, e não somente no escritório. A adoção dessa boa prática evita a ocorrência de *making-do* e, consequentemente, reduz a probabilidade de ocorrência de retrabalhos. Durante as visitas, constatou-se que somente duas das seis empresas pesquisadas dispunham dos projetos no local de trabalho. Logo, no geral, os gestores entendem que é importante a consulta frequente aos projetos no local de execução dos serviços, porém, nem todos tomam iniciativas no sentido de disponibilizá-los no local de trabalho e limitam sua consulta somente ao escritório da obra.

O gráfico da figura 20 também indica a preocupação dos gerentes em somar esforços para garantir as tolerâncias dimensionais das paredes

através da frequente conferência do trabalho executado. Porém, as visitas realizadas em muitas das obras indicaram falhas ocorridas na execução de paredes advindas, provavelmente da falta de conferência de prumo e/ou alinhamento, o que gerou a necessidade de retrabalhos. Os graus de importância atribuídos pelos gerentes a partir do *checklist* para a conferência do trabalho podem refletir uma preocupação ou até mesmo uma necessidade existente em seus processos executivos.

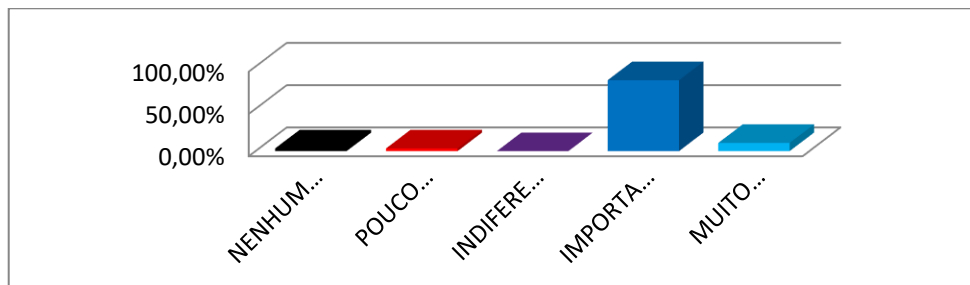
Os gestores consideraram de extrema relevância a adoção de boas práticas relacionadas à categoria “Sequenciamento”, o que pode evidenciar o desejo destes em manter a ordem de produção e garantir a continuidade do fluxo de produção, através de um bom planejamento, mesmo que esse não seja considerado um ponto forte dentro do seu processo executivo. Essa situação é facilmente perceptível ao analisar a elevada frequência das respostas “nenhuma importância”, “pouco importante” ou “indiferente” fornecidas pelos gerentes para a categoria “Programação de Obra”, cujo percentual foi de 33,33%. Outra evidência de que existem falhas no planejamento é que pode haver atividades sendo iniciadas sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis, já que se constatou um baixo grau de importância atribuído à categoria “Preparação do Trabalho” (25,76% dos gerentes atribuíram para essa categoria as respostas “nenhuma importância”, “pouco importante” ou “indiferente”). Tal fato pode culminar na ocorrência de improvisações no processo (*making-do*).

A seguir é feita uma descrição por obra pesquisada.

10.4.1 Obra A

O gráfico da obra A (Figura 21) revela que o gerente considerou “importante” ou “muito importante” a utilização da grande maioria das boas práticas (93,55%), resultando no maior percentual alcançado em todas as empresas em que o *checklist* foi aplicado. Ressalta-se que esse canteiro foi onde mais foram constatados utilizações de ferramentas de apoio à produção e onde mais foram observados investimentos pela empresa em inovações tecnológicas, como a utilização de argamassadeiras portáteis no pavimento de trabalho e de manipulador telescópico exclusivo para a obra.

Figura 21 – Gráfico da escala de importância atribuída pelo gerente da obra A



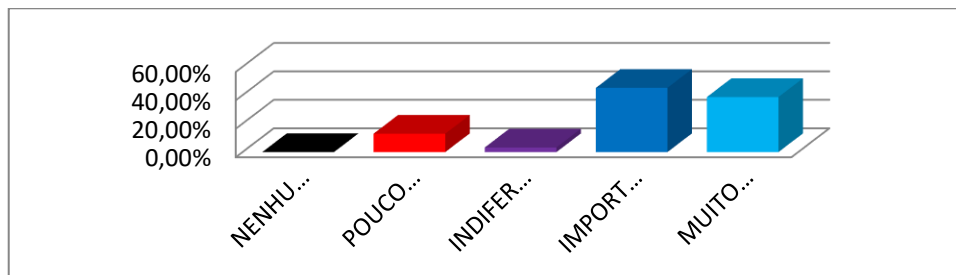
Fonte: Elaborado pelo autor.

10.4.2 Obra B

Na Figura 22, o gráfico mostra que a porcentagem de atividades consideradas como “importante” ou “muito importante” atingiu um valor razoável (83,87%). Como a obra B localizava-se na região metropolitana da cidade de Aracaju (ou seja, município de Barra dos Coqueiros), a maior preocupação da empresa B foi a de que os materiais mais importantes para a execução da obra não faltassem, já que a atividade de elevação da alvenaria funciona como o gargalo do processo em obras de alvenaria estrutural e o canteiro localizava-se distante dos centros fornecedores.

Portanto, a empresa investiu na construção de uma fábrica de blocos no próprio canteiro de obra. Tal medida, somada a investimentos em mão de obra, equipamentos e ferramentas de apoio à produção contribuíram para a continuidade do fluxo de produção e, sobretudo, para que o processo de elevação da alvenaria fosse concluído antes mesmo do prazo estabelecido.

Figura 22 – Gráfico da escala de importância atribuída pelo gerente da obra B

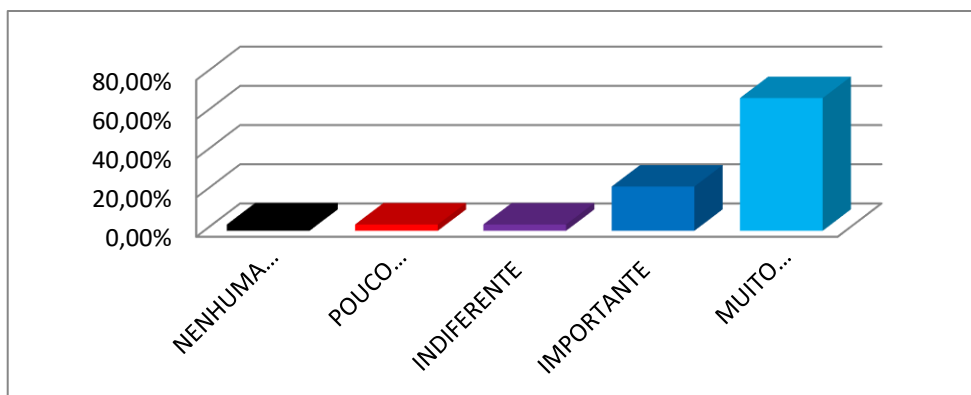


Fonte: Elaborado pelo autor.

10.4.3 Obra C

O gerente da obra C foi o que atribuiu o maior percentual de atividades consideradas “muito importantes” (67,74%), conforme é possível observar no gráfico da Figura 23. Ressalta-se que a empresa realiza reuniões semanais para verificar o estabelecimento de metas no planejamento e que existe um supervisor de planejamento exclusivo para a obra.

Figura 23 – Gráfico da escala de importância atribuída pelo gerente da obra C



Fonte: Elaborado pelo autor.

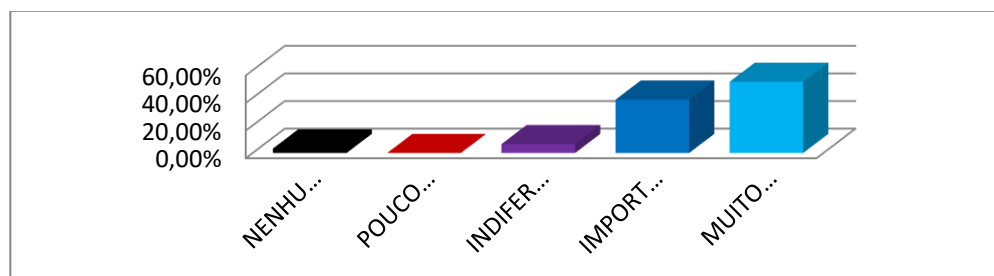
Apesar disso, foram detectadas algumas falhas de logística para o transporte de blocos e argamassa para o pavimento de trabalho, já que a obra adotou o seguinte ciclo para o transporte de materiais: BOB CAT ⇒ CARGA MANUAL DE MATERIAIS NO GUINCHO ⇒ DESCARGA MANUAL DE MATERIAIS DO GUINCHO PARA O PAVIMENTO DE TRABALHO. Caso a empresa adotasse a utilização, por exemplo, de um equipamento eficiente, como o manipular telescópico, haveria redução do tempo de ciclo, o qual seria reduzido para MANIPULADOR ⇒ DESCARGA MECÂNICA NO PAVIMENTO DE TRABALHO.

Essas falhas resultaram em atrasos no cronograma do processo de elevação da alvenaria estrutural. Ao responder o *checklist*, o gerente atribuiu como “muito importante” a providência de “Utilizar manipulador telescópico ou alguma outra forma de transporte eficiente dos insumos”, evidenciando a real necessidade desse equipamento naquela obra.

10.4.4 Obra D

Os gráficos das obras C e D (Figuras 23 e 24) são idênticos. Porém, quando comparada à obra C, a obra D apresenta uma estrutura organizacional inferior, evidenciada através do elevado conflito espacial constatado e à baixa qualidade do produto final. Detectou-se ainda a ocorrência de perdas neste canteiro de obras, que poderiam ser solucionadas através da adoção de atitudes *lean* pelo gerente de obras.

Figura 24 – Gráfico da escala de importância atribuída pelo gerente da obra D



Fonte: Elaborado pelo autor.

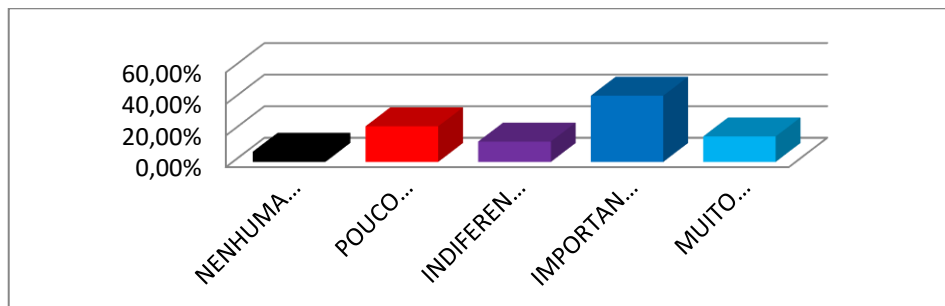
Mesmo havendo a necessidade de utilização de toda a família de blocos estabelecida pelo projeto de modulação, a empresa somente utilizou o bloco inteiro (não utilizou o meio bloco e nem o compensador), o que resultou em um elevado desperdício de blocos, que provocou a quebra de blocos e, conseqüentemente, a geração de resíduos na obra.

Além do desperdício de blocos cerâmicos, constatou-se o desperdício de argamassa durante o seu transporte, que pode ser explicado pela elevada distância percorrida entre o local de produção e o local de aplicação. O problema poderia ser resolvido com um estudo de *layout* em que a central de argamassa poderia ser reposicionada estrategicamente. A falta de preocupação com o desperdício de argamassa também pôde ser confirmada durante o preenchimento do *checklist*, no qual o gerente mostrou-se “indiferente” à utilização de ferramenta apropriada para aplicação da argamassa no assentamento da alvenaria (como a bisnaga, por exemplo).

10.4.5 Obra E

Como a obra E encontrava em sua fase inicial durante a etapa de aplicação do *checklist*, a gerente deste canteiro atribuiu maiores graus de importância às atividades pertencentes às categorias “Acesso” e “Programação de Obra”, já que é nas etapas preliminares que há maior preocupação dos gestores em elaborar o planejamento das atividades, bem como em proporcionar condições de transporte para os materiais a serem utilizados.

Figura 25 – Gráfico da escala de importância atribuída pelo gerente da obra E



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise do gráfico da Figura 25 permite inferir que, entre todos os gestores entrevistados, a gerente da obra E foi quem mais atribuiu às boas práticas as escalas “nenhuma importância”, “pouco importante” e “indiferente” (41,94%). Para análise dessas informações alguns itens específicos merecem destaque. Entre as boas práticas presentes no *checklist*, chama-se atenção para a atividade “Consultar todos os projetos referentes à modulação das paredes (1ª e 2ª fiada e paginação detalhada de paredes) antes e durante o assentamento dos blocos”, para a qual a gestora atribuiu o grau “indiferente”.

Essa providência, pertencente à categoria “Projeto”, é considerada como uma atividade facilitadora, pois sua inobservância pode causar interrupções no processo. Portanto, é uma das atividades mais relevantes do *checklist* para o processo de elevação da alvenaria estrutural. Ademais, o projeto de modulação é o principal balizador para esse serviço, já que garante a racionalização da construção e permite o alto índice de produtividade que este processo é capaz de atingir, além de reduzir a perda de material com ajustes e cortes de blocos. Logo, esse aspecto deve ser levado em consideração pela gerência, para que não haja perdas no processo de produção.

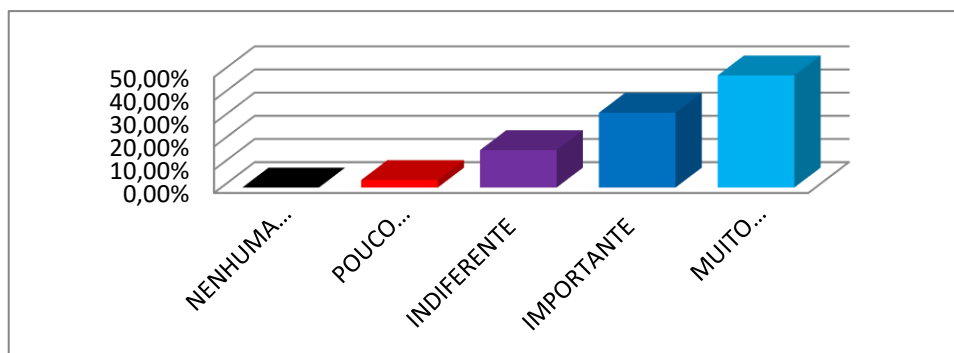
A gerente atribuiu ainda a escala “pouco importante” para a disponibilização de peças e ferramentas de apoio antes do início dos serviços. Essa providência visa garantir que todos os recursos estejam disponíveis quando solicitados durante o processo de elevação da alvenaria, evitando a ocorrência de perdas por *making-do* e retrabalhos.

No preenchimento do *checklist*, a gerente mostrou-se ainda “indiferente” à categoria “Conflito Espacial”. Alerta-se que é fundamental manter o local de trabalho limpo, de maneira que fique visível somente o serviço a ser executado e seus materiais.

10.4.6 Obra F

Entre as construtoras pesquisadas, a empresa F é a que apresenta uma estrutura organizacional mais desenvolvida, mantendo o mesmo padrão de estrutura física e logística para todos os canteiros de obras País. A empresa utiliza diversas ferramentas de apoio à produção e investe em equipamentos diversos que auxiliam no processo de elevação da alvenaria estrutural. Tais aspectos refletem o elevado percentual do grau de importância atribuído pelo gerente da obra às boas práticas do *checklist*, classificando 80,65% como “importante” ou “muito importante”, conforme é possível observar no gráfico da Figura 26.

Figura 26 – Gráfico da escala de importância atribuída pelo gerente da obra F



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ressalta-se que a obra dispõe de um engenheiro exclusivo para o gerenciamento da atividade de elevação da alvenaria. O gestor classificou como mais relevantes as atividades pertencentes às categorias “Acesso” e “Projeto”, sendo este um reflexo da mentalidade de empresas com planejamento estratégico, as quais investem no gerenciamento de seus

empreendimentos, estimulando o estudo do *layout* do canteiro, a consulta frequente aos projetos, a criação de vias internas à obra para circulação de equipamentos utilizados no transporte de materiais, entre outras medidas que visem proteger a produção contra efeitos da incerteza e evitar a ocorrência de improvisações e retrabalhos nos canteiros de obras.

10.5 ETAPA 5 – JOGO DIDÁTICO

O principal produto obtido nessa fase foi o desenvolvimento e a consolidação do jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”, cuja proposta foi apresentada no Capítulo 8. O resultado desta proposta foi fruto do processo de aplicação da dinâmica em duas etapas, cuja primeira foi a sua validação através de uma aplicação em fase de teste (validação) junto a professores e pesquisadores e a segunda, da simulação real com gerentes de obra (conforme descrito na seção 7.3.5). Este item descreve como se desenvolveu o processo de consolidação do jogo simulativo, desde a sua validação até a proposição de sua versão final, com base, principalmente, nas opiniões e impressões das pessoas envolvidas nesta etapa.

10.5.1 Aplicação-teste (validação)

Em dia e horário pré-estabelecidos, realizou-se a aplicação-teste da dinâmica, cujo nome inicial proposto foi “Estimulando Boas Práticas – Alvenaria Estrutural”. Participaram desta fase de validação as dez pessoas relacionadas no item 7.3.5, incluindo uma psicóloga que, não fez parte das equipes, mas observou alguns aspectos da forma de aplicação do jogo e realizou uma análise comportamental dos participantes.

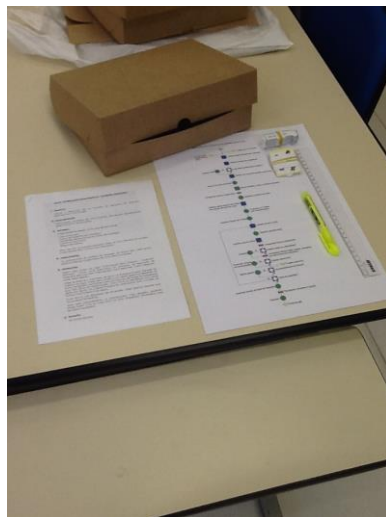
Primeiramente os participantes foram igualmente divididos em duas equipes (A e B), de forma que cada uma fosse formada por três pessoas, sendo um professor e dois alunos, buscando equidade entre os grupos e, conseqüentemente, tornando a “dinâmica” mais justa. Cada equipe recebeu um kit e o pesquisador realizou uma apresentação, contando com o auxílio de projetor multimídia, em que foram apresentadas as regras do jogo, deixando claro o objetivo do jogo, sua aplicabilidade, material utilizado, participantes, instruções e duração. Em seguida, foi estabelecido o tempo de 30 (trinta) minutos para a conclusão do desafio (Figura 27).

Figura 27 – Ilustrações da aplicação-teste do jogo

(a) Montagem dos kits



(b) Kit utilizado na fase teste



(c) Ministrante passando instruções



(d) Equipes montando o fluxograma



Fonte: Registradas pela equipe de apoio.

A equipe A concluiu a inserção das setas aos 27 minutos de jogo. Foram alertados sobre as fotos e, aos 30 minutos, concluíram o desafio. Já a equipe B concluiu a dinâmica aos 37 minutos. Nenhuma das equipes

utilizou a caneta marca-texto para identificação das boas práticas no fluxograma.

Ao final do processo, apresentaram-se os resultados (Quadro 14) em uma tabela com o total de Pontos Positivos (Atividades Facilitadoras e Boas Práticas), Bônus Extras (Fotos) e Pontos Negativos (Atividades Falhas – Leves e Atividades Falhas – Graves) inseridos. O somatório das pontuações foi realizado considerando a atribuição de pontos recomendada no item 8.5 (Quadros 6 e 7).

Quadro 14 – Tabela com resultados do teste aplicado com professores e pesquisadores

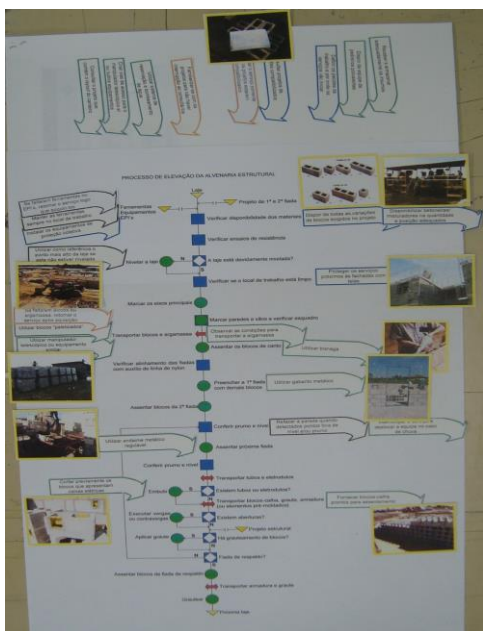
EQUIPE	PONTOS POSITIVOS		BÔNUS EXTRA	PONTOS NEGATIVOS		TOTAL
	ATIVIDADE FACILITADORA	BOA PRÁTICA	FOTOS	ATIVIDADE FALHA (LEVE)	ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	
A	6	14	11	4	3	18,20
B	4	15	9	2	2	18,80

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 14, observa-se que a equipe A utilizou mais “Atividades Facilitadoras” e fotos como pontos positivos. Já a equipe B inseriu mais “Boas Práticas” ao processo. Quanto aos pontos negativos, a equipe A adotou mais medidas que poderiam causar interrupções no fluxo do que a equipe B. Portanto, a equipe B apresentou desempenho levemente superior quando analisados somente os somatórios dos resultados.

Figura 28 – Fluxogramas elaborados pelas equipes durante a fase de validação do jogo

(a) Fluxograma elaborado pela equipe A



(b) Fluxograma elaborado pela equipe B



Fonte: Registradas pela equipe de apoio.

Porém, ao observar os dois fluxogramas elaborados (Figura 28), percebe-se que a equipe A adotou uma estratégia em que inicialmente agrupou as atividades por funções (preparação, projeto, equipamento e fornecimento de materiais) antes de inserir no fluxograma. A equipe pensou ainda nas atividades predecessoras, de forma a atividade só se inicie após todos os recursos estarem disponíveis, evitando interrupções no fluxo e ocorrência de *making-do*. Outra evidência de que o grupo pensou na continuidade do processo foi a utilização de maior quantidade de “Atividades Facilitadoras”. Já a equipe B simplesmente seguiu o procedimento operacional passo a passo e foi adicionando as atividades à medida que achava necessário, sem adotar qualquer método de ação. Torna-se claro que o primeiro grupo agiu de forma gerencial (adotou uma lógica de ação) e o segundo, de forma operacional.

Após a aplicação-teste do jogo, realizou-se um debate com o intuito de coletar as primeiras impressões dos professores e pesquisadores a respeito da dinâmica. Ressalta-se que apesar de nenhum dos participantes da fase de teste não trabalhar profissionalmente com alvenaria estrutural, as impressões coletadas foram úteis para o processo de aperfeiçoamento do jogo como ferramenta de apoio à produção, já que as equipes eram compostas por pesquisadores e professores doutores em engenharia civil. Destaca-se ainda que um dos participantes é professor especialista no assunto de dinâmicas e jogos didáticos, área com a qual trabalha profissionalmente.

Os participantes, no geral, viram no jogo uma ferramenta prática e viável para aplicação nas empresas como forma de evitar descontinuidades nos processos e buscar a melhoria contínua. Porém, algumas recomendações foram extraídas a partir das discussões para melhoria da dinâmica, quando da aplicação com os gerentes das obras pesquisadas:

- Plotar os fluxogramas em folhas de papel A2, visto que o A3 não ofereceu espaço suficiente para inserção das setas e das fotos;
- A Atividade Facilitadora “interromper o serviço e deslocar a equipe em caso de chuva” foi retirada do jogo, visto que a palavra “interromper” causou certa confusão entre os participantes, já que o fluxo não poderia sofrer descontinuidades;
- Como não foi informado se o trabalho seria executado em altura, uma das equipes não tomou providências no sentido de adotar algumas medidas de proteção coletiva cabíveis. Portanto, foi adicionada no manual a informação de que o processo seria executado na terceira laje de uma edificação vertical;
- O termo “pontos negativos” passou a ser denominado “pontos de fragilidade” já que a adoção de algumas atividades não é necessariamente uma falha dependendo do processo;
- Como o intuito principal do jogo não era o de estabelecer qualquer competição entre as empresas ou oponentes, não seria necessária a divulgação das pontuações finais obtidas, mas somente discutidos os pontos positivos e frágeis inseridos. Por esse motivo, analisou-se também que seria melhor que cada equipe fosse constituída por engenheiros de empresas distintas, visando não haver comparação entre as empresas. A equipe vencedora do desafio seria, então, aquela que utilizasse mais Atividades Facilitadoras e Boas Práticas.

Ao final da discussão, os participantes foram unânimes na opinião de que a dinâmica foi positiva para o enriquecimento dos seus conhecimentos pessoais e profissionais e enxergaram viabilidade na sua aplicação em

empresas ou mesmo para fins acadêmicos. Os participantes também foram favoráveis à utilização de fotos e concordaram que elas forneceram à dinâmica um caráter mais lúdico e interativo.

Após o debate com os jogadores, a psicóloga, que realizou uma análise do processo de aplicação do jogo e uma avaliação do comportamento dos participantes, foi consultada para coletar suas impressões e opiniões, a qual sugeriu:

- Modificar o nome do jogo para “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”, já que o termo “Boas Práticas” remetia a uma dica que poderia influenciar os participantes antes mesmo antes do início do jogo. Pelo mesmo motivo, recomendou-se ainda a remoção desse termo em todos os *slides* da apresentação;
- Aplicar um questionário com os gerentes de obras para obtenção do perfil pessoal e profissional dos participantes, para que essas informações fossem levadas em consideração no momento da análise dos resultados;
- Utilizar o termo “providências” quando fizer menção às atividades em setas curvas, garantindo a imparcialidade, já que algumas delas referem-se a pontos positivos e outras a pontos de fragilidade;
- Como forma de não influenciar os participantes, alterar as cores das providências em setas e adotar as cores azul (Atividades Facilitadoras), verde (Boas Práticas), preto (Atividades Falhas – Leves) e laranja (Atividades Falhas – Graves). Não utilizar cores que carregam consigo aspectos negativos, como roxo e vermelho;
- Retirar a expressão “interromper o serviço” das providências em setas e utilizar o termo “retomar o serviço”, de forma a camuflar a existência de uma parada no processo/
- Dar um tempo adicional exclusivamente para a identificação das “providências importantes” (utilizar esse termo), já que esse processo é útil para o estudo durante a identificação daquelas BP que já são utilizadas pelo gerente no seu dia a dia.

A partir de discussões entre o autor da pesquisa e sua orientadora, surgiram ainda outras recomendações:

- Personalizar o kit do jogo com uma foto de capa e o nome da dinâmica (Figura 10), com o intuito de proporcionar maior envolvimento dos participantes desde o início da sua aplicação;
- Utilizar setas duplas para as providências (que antes eram setas que apontavam para um único lado), desse modo, os participantes poderiam posicionar as setas de forma mais adequada em ambos os lados do

fluxograma, proporcionando maior organização e facilitando a análise dos resultados finais;

- Estabelecer um tempo de 40 minutos para inserção das providências e um tempo adicional de 10 minutos para identificação das providências mais importantes com auxílio do marca-texto e utilização das fotos, já que o tempo de 30 minutos não foi suficiente na aplicação-teste.

10.5.2 Aplicação com gerentes

Desejava-se que a aplicação do jogo fosse realizada com a presença de gestores pertencentes a todas as seis construtoras em que se desenvolveu a pesquisa, porém, devido ao estágio em que se encontravam algumas obras e à ocorrência de auditorias em outras, participaram da dinâmica quatro gestores pertencentes a três empresas distintas.

Dos gerentes presentes, três trabalham na parte de produção (nas obras) e um na área de planejamento (no escritório). Portanto, mesmo considerando algumas ausências, ressalta-se que a aplicação da dinâmica com a quantidade de gestores presentes foi significativa para a pesquisa, dado que foi possível a contribuição a partir de dois pontos de vista: do engenheiro de planejamento (quem fornece a informação para a obra) e dos gestores (que estão diretamente vivenciando aquelas atividades propostas a partir do processo de simulação). Os engenheiros que compareceram à dinâmica pertenciam às empresas A, D e E. Todas as pessoas envolvidas na aplicação-teste participaram desta fase como equipe de apoio.

Seguindo os mesmos procedimentos da aplicação-teste, realizou-se, então, a aplicação com os gerentes de obra (Figura 29), com base nos *slides* apresentados no Apêndice C. Por decisões tomadas após a aplicação-teste, cada equipe foi constituída por dois engenheiros, sendo um de cada empresa presente. Como haviam dois engenheiros de uma mesma construtora, optou-se que estes ficassem em equipes separadas, já que o intuito da dinâmica não era estabelecer competição entre as empresas.

Cada equipe foi assistida por uma pessoa da equipe de apoio, os quais sanaram as dúvidas que porventura surgissem. Os demais membros da equipe de apoio prestaram auxílio na montagem dos kits, organização das fotos, registros fotográficos e filmagem da dinâmica. A psicóloga esteve presente durante todo o processo de aplicação do jogo.

Figura 29 – Ilustrações da aplicação do jogo com os gerentes das obras pesquisadas

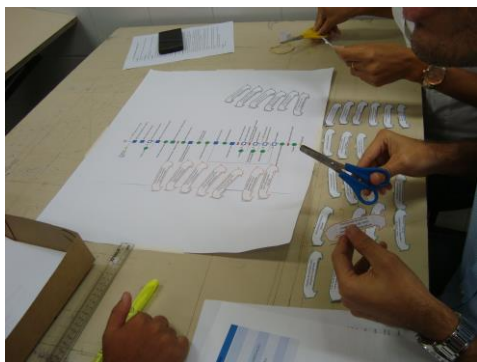
(a) Versão final dos kits



(b) Elementos contidos nos kits



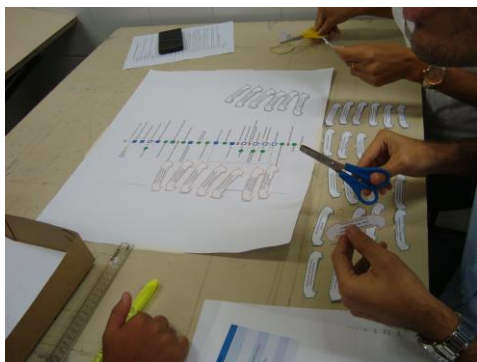
(c) Montagem dos fluxogramas (equipe A)



(d) Montagem dos fluxogramas (equipe B)



(e) Fotos separadas do kit



(f) Ministrante explicando critérios





Fonte: Registradas pela equipe de apoio.

Assim, a equipe B concluiu a primeira parte do jogo aos 38 minutos de desafio, finalizando a segunda parte com 12 minutos de tempo adicional. Já a equipe A finalizou a primeira etapa aos 39 minutos, concluindo a parte final com 8 minutos de tempo extra. Enquanto isto, o ministrante colhia as informações e impressões do grupo, em constante diálogo com a psicóloga. Em seguida, foram apresentados os resultados das equipes juntamente com os critérios utilizados para análises dos fluxogramas montados. Durante a apresentação dos critérios, realizou-se uma breve contextualização das boas práticas com base no diagrama da Figura 5. Apresentou-se, então, a tabela do Quadro 15, sendo ocultada a sua última coluna, já que fora decidido, anteriormente, não utilizar o total de pontos obtidos como critério do jogo.

Quadro 15 – Tabela com resultados do jogo aplicado com gerentes de obras

EQUIPE	PONTOS POSITIVOS		FOTOS	PONTOS FRÁGEIS		TOTAL
	ATIVIDADE FACILITADORA	BOA PRÁTICA	FOTOS	ATIVIDADE FALHA (LEVE)	ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	
A	6	15	11	2	1	25,20
B	7	12	9	2	1	23,80

Fonte: Elaborado pelo autor.

Alertou-se aos gerentes sobre os pontos de fragilidade inseridos no fluxograma e explicitaram-se os motivos pelos quais aqueles poderiam ser considerados como pontos de vulnerabilidade para a continuidade do fluxo de produção. Observou-se ainda que os três pontos frágeis adotados por cada uma das equipes foram exatamente os mesmos. São estes:

- “Familiarizar-se com os projetos para não haver interrupção ao consultá-los (FG)”;
- “Refazer a parede quando detectados pontos fora de nível e/ou prumo (FL)”;
- “Utilizar como referência o ponto mais alto da laje se esta não estiver nivelada (FL)”.

As três falhas cometidas condizem com a realidade observada em alguns canteiros de obras, corroborando com informações prestadas anteriormente na seção 9.4. A gestora da obra E, por exemplo, na fase de aplicação do *checklist*, mostrou-se indiferente à consulta dos projetos de modulação durante o processo de elevação da alvenaria. A opinião da gestora, que estava presente na dinâmica, foi novamente revelada na fase de aplicação do jogo simulativo. Ademais, conforme anteriormente citado, constatou-se que somente duas das seis empresas pesquisadas dispunham, no local de trabalho, dos projetos para consulta durante o processo de elevação da alvenaria.

As outras duas FL utilizadas remetem à ocorrências de retrabalhos, com os quais os gerentes não devem contar no desenvolvimento do processo executivo. A informação pode ser confirmada por meio de alguns casos de retrabalho que foram observados e relatados nos canteiros pesquisados durante a fase de coleta das informações.

Observa-se que a equipe A utilizou mais atividades Boas Práticas e fotos do que a equipe B, que, por sua vez, utilizou mais Atividades Facilitadoras. Dos pontos positivos identificáveis no fluxograma (intrínsecos ao processo), o grupo A identificou uma AF e o B uma AF e uma BP. No geral, a primeira equipe adotou mais pontos positivos e fotos no seu fluxograma. As duas equipes inseriram poucos pontos de fragilidade. Pelo somatório dos pontos, o grupo A atingiu um melhor desempenho. Cabe, então, uma análise da estratégia de ação utilizada pelas equipes e a observação dos fluxogramas finais montados.

A equipe A, da qual fazia parte o engenheiro de planejamento, definiu previamente as atividades predecessoras e utilizou como estratégia separar

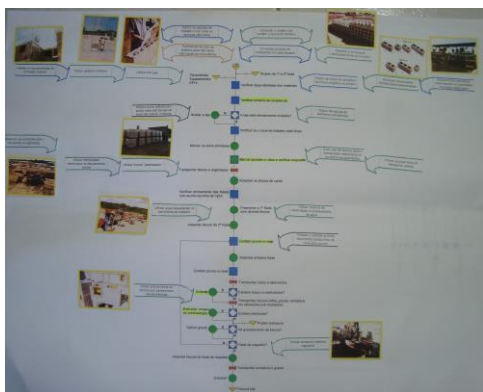
todas as providências por cor, espalhando-as sobre a mesa. O grupo realizou uma análise prévia das atividades por cor e estabeleceu o grau de importância de cada grupo de providências. Dessa forma, a equipe foi adotando aquelas providências à medida que as julgasse necessárias e relevantes para o processo.

A equipe B também definiu as atividades predecessoras, porém, não houve critérios para a seleção das providências e nem uma análise prévia destas. Os gerentes simplesmente juntaram todas as atividades aleatoriamente e iam olhando uma a uma para, então, inserir no fluxograma na posição que definissem como correta.

Ao observar a Figura 30, as informações anteriores podem ser confirmadas. O fluxograma da equipe A encontra-se visualmente mais organizado e com as atividades melhores posicionadas e precisas quanto à localização e ação no tempo exato. Portanto, a Equipe A agiu de forma estratégica e a B de forma operacional, apesar dos dois grupos terem levado em consideração a adoção de medidas para que o processo não parasse por ausência de recursos, dificultando a ocorrência de *making-do*.

Figura 30 – Fluxogramas elaborados pelas equipes durante a aplicação com os gerentes

(a) Fluxograma elaborado pela equipe A



(b) Fluxograma elaborado pela equipe B



Fonte: Registradas pela equipe de apoio.

Quando analisados somente os critérios de pontuação, constatou-se que as equipes A e B obtiveram, respectivamente, 25,20 e 23,80 como pontuações finais, o que representa, nesta mesma ordem, 77,78% e 73,46% da situação ideal para o jogo apresentada no Quadro 12. Portanto, a equipe A obteve uma boa pontuação e adotou a melhor estratégia. Já o grupo B, mesmo que não tenha utilizado o mais eficiente dos métodos de ação, utilizou uma quantidade significativa de AF's e BP's, o que ocasionou em uma pontuação próxima da equipe A. Na prática, isto pode significar que, independente da quantidade de pontos frágeis existentes nos processos produtivos, os gerentes adotam pontos positivos e preocupam-se com a continuidade dos fluxos no canteiro de obras.

Analisados os perfis dos participantes (a partir do questionário do Apêndice B), constatou-se que todos são relativamente jovens (entre 25 e 32 anos), trabalham na mesma empresa há pelo menos 3 anos, possuem até 5 anos de experiência com obras em alvenaria estrutural e, no geral, apresentam como titulação apenas o nível superior. Destaca-se que um dos integrantes da equipe A concluiu o curso de pós-graduação em gerenciamento de obras e o outro encontra-se em fase de conclusão do curso de pós-graduação em gerenciamento de projetos.

Atente-se, ainda, para o fato de que o engenheiro mais experiente dos participantes é um dos integrantes da equipe B, o qual conta com 8 anos de experiência profissional como gerente da produção. A partir da análise do perfil dos participantes jogadores, percebe-se uma relação entre o grau de titulação dos participantes com o desempenho das equipes.

A falta de uma estratégia de ação mais precisa, pode indicar necessidade de treinamentos na empresa ou mesmo uma falta de comunicação entre os setores de planejamento (nível estratégico) e o da produção (nível tático).

Ao final do processo foi realizada uma série de debates e discussões para a coleta das impressões e percepções dos gerentes de obras sobre aspectos diversos da aplicação do jogo e sobre a viabilidade de sua aplicação nas empresas em que trabalham.

O gerente da obra E (integrante da equipe A) ressalta que: “No jogo nós temos todos os recursos disponíveis: blocos, argamassa e demais materiais. Mas na prática esses insumos costumam faltar, causando interrupções na obra”. O gestor da obra D (integrante da equipe B) concordou com a afirmação. O ministrante lembrou que o processo ocorrido no jogo realmente sugere uma situação ideal, em que todos os recursos

necessários de mão de obra e material nunca faltem, como alerta para que a empresa e o gerente façam a sua parte. Porém, a partir deste comentário surgiu a ideia de incrementar o jogo em trabalhos futuros, em que sejam adicionadas novas restrições, como: ocorrência de chuva, falta de material, falta de mão de obra, quebra de equipamentos, entre outras.

Quando questionados sobre as cores das providências, os participantes disseram que não foram influenciados pelas cores e não perceberam que as cores laranja e preta tratavam-se, na verdade, de pontos de fragilidade. Logo, a estratégia sugerida pela psicóloga surtiu o efeito desejado para o objetivo final da dinâmica.

Quando perguntado aos gestores se eles se concentraram no jogo, o engenheiro gerente da obra A afirmou: “Eu não encarei como um jogo, na verdade encarei como o dia a dia”. Portanto, essa afirmação foi uma das evidências de que o objetivo do jogo foi atendido, já que a intenção da sua aplicação era que fosse realizada uma simulação mais próxima possível da realidade e que, a partir disto, os gerentes pudessem externar seus conhecimentos e experiências vivenciadas em obra, de forma a evitar problemas de discontinuidades no fluxo de produção.

Os participantes foram questionados se eles acreditam que essa ferramenta possa ser aplicada nas empresas em que trabalham como forma de introduzir melhorias no processo ou mesmo para realizar uma análise crítica do seu procedimento operacional. O engenheiro de planejamento da equipe A respondeu: “Eu acho que sim, pois a partir da visualização do fluxograma proposto no jogo nós temos como analisar o que a empresa está fazendo de melhor e enxergar as falhas presentes no fluxo produtivo para poder melhorar o seu processo”.

O ministrante complementou que, muitas vezes, as empresas se preocupam somente com a produtividade da obra, quando na verdade deveriam vê-la como uma consequência alcançada a partir de melhorias adotadas no processo, sendo esse a conduta adotada por gestores *lean*, que buscam propor melhorias no processo através de incrementos nas operações para, então, alcançarem ganhos de qualidade, produtividade e satisfação dos clientes.

Por fim, os jogadores receberam certificados de participação como atividade de extensão e a equipe de apoio agradeceu a presença destes, ressaltando que a intenção não foi expor as empresas ou criticar os seus procedimentos operacionais, mas o de estimular a utilização das boas

práticas no sentido de evitar interrupções. Destacou-se ainda que o jogo é totalmente aplicável a qualquer outro processo que ocorra nas obras.

10.5.3 Considerações finais sobre o jogo e sua aplicação

A dinâmica traduz o que acontece no dia a dia dos gestores e as providências representam as formas através das quais os gerentes tentam contornar os problemas ocorridos durante a execução do processo. As atividades destacadas pelos participantes com a caneta marca-texto representam as BP's e AF's que contribuem para evitar interrupções e as quais a empresa já utiliza. Logo estas já estão no seu procedimento operacional e, teoricamente, já fazem parte da rotina do gestor, portanto a aplicação dessas atividades já está assegurada.

Já as informações contidas nas setas (providências) devem ser constantemente lembradas, na tentativa de busca-las a partir de iniciativas da empresa e do gestor. Quando estas são negligenciadas, acontecem as interrupções tão frequentes nas obras e, como já se tornaram uma rotina, os gerentes acabam achando normal a sua existência. É nesse ponto que a utilização de recursos como o jogo simulativo pode ser útil.

Durante a aplicação do jogo, ao ter conhecimento dos pontos frágeis inseridos no processo os gerentes concordaram que aqueles eram realmente pontos de vulnerabilidade antes mesmo da explicação de cada providência falha pelo ministrante. Logo, o que ocorreu na simulação ocorre na prática, já que os gerentes adotam atividades com pontos de fragilidade mesmo sem perceber, por aquilo já estar no cotidiano e, muitas vezes, no próprio procedimento operacional da empresa.

A partir da aplicação do jogo, percebe-se que a dinâmica representa nada mais do que uma troca de experiências e aprendizagens, em que os gestores podem explicitar seus conhecimentos e o jogo funciona como uma ferramenta que possibilita difundir esse conhecimento para outras pessoas, contribuindo para o fluxo da informação. Assim, o que está em jogo nesse desafio é: o que tem de valor para os gerentes para garantir a continuidade do trabalho? Na construção enxuta, a definição de valor está relacionada com o que representa o valor no ponto de vista do cliente, que, nesse caso, são os gerentes de obras.

Os pontos de fragilidade utilizados na dinâmica representam pontos fracos ou pontos vulneráveis para a ocorrência de interrupções no processo. Essas descontinuidades trazem consigo uma carga negativa, pois antes da

retomada do processo, deverá haver correções nas suas fragilidades. Portanto, a existência de pontos de fragilidade compromete a continuidade do fluxo em todos os sentidos.

O processo de aplicação do jogo remete, ainda, à reflexão de que as pessoas envolvidas no processo de produção podem estar pensando e agindo como verdadeiros gestores ou como meros operários da construção. No último caso, o conceito *lean* sempre estará mais distante e será mais difícil o alcance de ótimos desempenhos de produtividade e qualidade do produto final e, conseqüentemente, da satisfação dos clientes. Por outro lado, mesmo agindo de forma operacional, a aplicação da dinâmica mostrou que as “atividades que contribuem para a melhoria dos processos produtivos”, quais sejam as Atividades Facilitadoras e as Boas Práticas, são atividades simples e facilmente adotáveis no dia a dia, que podem ser utilizadas mesmo pelas pessoas que não detêm do conhecimento dos conceitos da construção enxuta.

Destaca-se, ainda, que apesar da ferramenta não conseguir simular exatamente a realidade da obra, já que sugere uma situação ideal (onde não falem recursos humanos e materiais, não haja quebra de equipamentos, não haja chuva, entre outros), é uma forma de alertar os gerentes para os problemas que podem ocorrer no dia a dia, portanto, trata-se de um teste prático em que é permitido testar os gerentes, cometer falhas e testar a utilização de providências positivas e negativas, sem, no entanto, comprometer o processo que acontece na obra real. A ferramenta permite também a realização de análises críticas no procedimento operacional utilizado na empresa.

Por fim, ressalta-se que essa ferramenta apresenta várias aplicações, porém, quando o seu intuito for o treinamento nas construtoras, é viável que sejam realizadas as devidas adaptações do fluxograma à realidade da empresa e do seu procedimento operacional.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as principais conclusões obtidas ao longo de toda a pesquisa, suas contribuições e as recomendações para trabalhos futuros.

11.1 CONCLUSÕES

A presente dissertação teve como objetivo geral desenvolver um jogo didático que auxiliasse os gerentes de obras no uso das boas práticas para a melhoria do processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural. O objetivo geral foi definido a partir de dificuldades enfrentadas pelos gestores em garantir a continuidade do fluxo de produção deste processo construtivo. Tais dificuldades referem-se a problemas que ocorrem no dia a dia da obra e que, muitas vezes, podem causar interrupções.

A partir de então, formulou-se a questão de pesquisa que norteou o estudo: Como auxiliar os gerentes de obra a colocarem em prática a utilização das atividades que facilitam o trabalho em canteiros de obras de alvenaria estrutural? Para respondê-la foi iniciada uma revisão de literatura e uma investigação aprofundada sobre as Boas Práticas, buscando contextualizá-las e identificá-las através de outras denominações encontradas na literatura. O resultado dessa etapa foi o diagrama da Figura 5, que representa o conjunto universo de Boas Práticas, das quais fazem parte as Atividades Facilitadoras como aquelas que podem causar interrupções nos processos quando negligenciadas.

Para responder à questão de pesquisa deste estudo, procedeu-se também um estudo exploratório no qual foi possível aplicar o Modelo de Integração proposto por Santos (2004). A partir deste e da elaboração de um *checklist* atualizado de normas, foi possível concluir que as empresas estão mais interessadas em utilizar, na prática, atividades ligadas à segurança do trabalho ou mesmo à gestão, do que providências relacionadas à própria aplicação das normas técnicas, ratificando o estudo realizado por Santos et al. (2012) publicado no 20º IGLC, em que os autores

realizaram uma série de entrevistas com engenheiros de obras e, no final, estes demonstraram possuir apenas os conhecimentos mais básicos.

Como produto do estudo exploratório, também foi possível a obtenção de um fluxograma para o processo de elevação da alvenaria estrutural, elaborado com base em procedimentos normativos e observações diretas em campo. Essa fase foi fundamental para a compreensão deste processo produtivo, evidenciando a importância em adotar boas práticas e como estas puderam influenciar (positivamente) na continuidade do fluxo.

A elaboração da lista de boas práticas permitiu a criação de um banco de dados utilizado como base para a criação de um *checklist*. O processo de estruturação da lista permitiu, entre outras coisas, realizar um levantamento das restrições causadas caso a atividade não fosse posta em prática e relacionar esta negligência com as categorias de perda. Os resultados mostraram que entre as restrições mais frequentes estava o retrabalho e entre as categorias de perda mais presentes estava o *making-do*, corroborando com o estudo de Fireman (2012) no qual o autor apresentou o vínculo do retrabalho com as sete categorias de perda e identificando-o como possível consequência da perda por *making-do*.

O processo de validação do *checklist* foi fundamental para entender que nem todas as boas práticas devem ser tratadas como atividades facilitadoras, e que estas merecem atenção especial dentro do processo produtivo, já que podem causar interrupções quando não são atendidas. Portanto, as empresas devem buscar formas de alertar aos gerentes quanto à importância da utilização dessas atividades no fluxo de produção.

As estatísticas realizadas a partir da aplicação do *checklist* nos canteiros de obras mostraram que os gestores, mesmo sem perceber, utilizam boas práticas no seu dia a dia e que a negligência de algumas pode comprometer a continuidade do processo e aumentar a probabilidade de ocorrência de *making-do* e, consequentemente, retrabalhos. A exemplo da falta de projetos de modulação para consulta antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural, que foi observada durante as visitas. Essa informação foi confirmada ainda durante a análise das respostas do *checklist* do gerente da obra E, o qual classificou como “indiferente” quanto ao grau de importância a adoção desta atividade. Portanto, o *checklist* mostrou-se como um método eficiente para obter um diagnóstico do processo como um todo e como forma de realizar uma análise crítica deste, identificando as falhas que podem resultar em perdas para o processo produtivo.

Posteriormente, iniciou-se um estudo para desenvolver uma ferramenta que pudesse auxiliar os gerentes ao simular um processo de elevação da alvenaria estrutural. Mais do que um simples jogo didático, buscou-se criar uma metodologia eficiente que permitisse o desenvolvimento de uma ferramenta *lean* que visasse a identificação e eliminação de perdas no processo, principalmente as perdas por *making-do*, tão frequentes nos canteiros de obras. Foi, então, criado o jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”. Os resultados mais relevantes desta pesquisa surgiram a partir do seu processo de validação e da sua aplicação com gerentes de obras de alvenaria estrutural.

A principal contribuição deste estudo refere-se ao desenvolvimento de uma ferramenta que permite alertar os gerentes de obras quanto à importância de atividades cuja negligência pode causar interrupções no fluxo e provocar a ocorrência de *making-do*, portanto, sua aplicação pode ser utilizada para treinar profissionais na identificação de pontos fortes e falhos relacionados com as atividades gerenciais no processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural.

A partir da aplicação da dinâmica, constatou-se que os gerentes de obras, muitas vezes, utilizam as Boas Práticas no seu dia a dia, mesmo que não percebam, o que é um aspecto positivo para o fluxo, mas o que pode prejudicar os processos são os pontos de fragilidade, que os tornam vulneráveis a interrupções e ocorrências de perdas por improvisação. É exatamente nesse ponto que o jogo pode auxiliar o gestor como ferramenta de apoio à produção.

O processo de aplicação do jogo permitiu ainda identificar pontos frágeis e alertá-los ao gerente, já que estes são praticados no cotidiano e passam despercebidos, pois, como são frequentes, a sua existência no processo é considerada como normal.

Ademais, a utilização da dinâmica nas empresas, ou mesmo para fins acadêmicos, estimula a troca de experiências e aprendizagens, assim sendo, permite o fluxo de informações e a difusão dos conhecimentos. É possível realizar uma análise do método de ação do gestor, verificando se este adota um comportamento estratégico (mais próximo da filosofia *lean*) ou operacional (agindo como meros operários da construção). Portanto, a simulação fornece uma ideia geral do processo e permite uma análise crítica deste ou mesmo do procedimento operacional utilizado na empresa. Deste modo, a ferramenta pode fazer com que os gerentes passem a adotar uma postura diferente, dando sempre prioridade à continuidade do fluxo e à eliminação de perdas.

A proposta do jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural” consiste numa solução para o problema de pesquisa identificado, através da aplicação de uma ferramenta lúdica e interativa, no qual o intuito principal é auxiliar os gerentes a partir de um método que permite o fluxo das informações e o estímulo da utilização de boas práticas.

11.2 RECOMENDAÇÕES

A partir do estudo realizado e da consecução das etapas necessárias para o desenvolvimento do jogo didático, sugere-se para trabalhos futuros:

- Utilizar essa metodologia para o desenvolvimento de outras ferramentas relativas a outros processos construtivos, principalmente aqueles que representem gargalos dentro dos processos;
- Propor a utilização dessa ferramenta para aplicação em pesquisas acadêmicas que visem obter diagnósticos da adoção de boas práticas ou de identificação de descontinuidades no fluxo para o processo de elevação da alvenaria estrutural nos canteiros de obras;
- Aperfeiçoar o jogo proposto através da utilização de novas restrições que independam do gerente (como ocorrência de chuva, falta de materiais, falta de mão de obra, quebra de equipamentos, entre outras) e incrementar o jogo através da utilização de outros recursos, como: dados, tabuleiro, cartões com penalidades, entre outros;
- Criar *software* computacional para o jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”, que viabilize a aplicação da dinâmica em empresas ou universidades;
- Utilizar o jogo em salas de aula para estimular a percepção de alunos com relação à importância em adotar uma postura *lean* no gerenciamento dos processos ocorridos nos canteiros de obras;
- Desenvolver uma pesquisa que vise analisar procedimentos operacionais de elevação da alvenaria estrutural utilizados em empresas construtoras, buscando propor um método eficiente para elaborar um procedimento operacional padrão que possa ser adaptado à realidade de cada canteiro de obra.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**. Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a.
- _____. **NBR 15270-2**. Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.
- _____. **NBR 15270-3**. Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c.
- _____. **NBR 15812-1**. Alvenaria Estrutural - Blocos cerâmicos – Projetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010a.
- _____. **NBR 15812-2**. Alvenaria Estrutural - Blocos cerâmicos – Execução e Controle de Obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2010b.
- _____. **NBR 15961-2**. Alvenaria estrutural - Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ABDELHAMID, T. S. The self-destruction and renewal of Lean Construction theory: a prediction from Boyd's theory. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Dinamarca. **Proceedings...** Dinamarca, 2004.
- ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: Proposta Baseada em Estudo de Caso**. Porto Alegre, 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000.
- AMARAL, T. G.; HEINECK, L. F. M.; VIERO, F. T. Situações de ensino/aprendizagem intermediadas pelos princípios da construção enxuta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 5., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas, 2007.
- ANTUNES JUNIOR, J. A. V. A lógica das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 19., 1995, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 1995.

- BALLARD, G. Lookahead planning: the missing link in production control. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Austrália. **Proceedings...** Austrália, 1997.
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Thesis (Doctor) – School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham. Birmingham. 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. PARC: A Case Study. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 1996.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. **Implementing lean construction**: improving downstream performance. In: ALARCÓN, L. (Ed.). *Lean construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997. p.111-125.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998.
- BARROS NETO, J. P.; CAMPOS, I. B.; LINS, D. M. O; CARNEIRO, S. B. M.; CARVALHO, A. B. L. A relação entre a maturidade sustentável das empresas construtoras e a filosofia *Lean Construction*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2012.
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas da construção**. 2001. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2001.
- BERNARDES, M. M. S. Proposição de diretrizes para o desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle da produção: pesquisa baseada em estudo empírico. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2004.
- BERNARDES, M. M. S.; SALVADOR, T. F. Work-task: sistema computacional para o planejamento e controle da produção de obras de construção civil. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE

TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2004.

BOSSINK, B. A. G; BROUWERS, H. J. H. Construction waste: quantification and source evaluation. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 122, n. 1, p. 55-60, 1996.

BRAGA, A. J. ARAÚJO, M. M. VARGAS, S. R. S. LEMES, A. **Uso dos jogos didáticos em sala de aula**. 10 f. Trabalho acadêmico (Linguística Aplicada), Curso de Letras, Universidade Luterana do Brasil, Guaíba, 2007.

BROWN, S. Manufacturing strategy, manufacturing seniority and plant performance in quality. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 6, p. 565-587, 1998.

BURATI, J. L. J.; FARRINGTON, J. J.; LEDBETTER, W. B. Causes of Quality Deviations in Design and Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 118, n. 1, p. 34-49, 1992.

CHOI, S.; KU, T. H.; YEO, D. H.; HAN, S. H. Waste elimination of mucking process of a petroleum storage tunnel through the value stream analysis. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Manchester. **Proceedings...** Manchester, 2002.

CHOO, H.; TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. WorkPlan: constraint-based database for work package scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 3, p. 151-160, 1999.

CÓ, F. A.; CÓ, M. A.; MERIGUETI, B. de A. O. Heyjunka didático: um jogo interdisciplinar que auxilia na elevação da aprendizagem sobre a produção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. p.1-13. 1 CD ROM.

CODINHOTO, R.; MINOZZO, D.; HOMRICH, M.; FORMOSO, C. Análise de restrições: definição e indicador de desempenho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2003.

COELHO, H.; FORMOSO, C. Planejamento e controle da produção em nível de médio prazo: funções básicas e diretrizes de implementação. In:

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...**São Carlos, 2003.

COHENCA, D.; LAUFER, A.; LEDBETTER, F. Factors affecting construction planning efforts. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 115, n. 1, p. 70-89, 1989.

CORREIA, L. Um país em obras. **Revista Mundo Corporativo**, Brasil, v. 1, n. 30, p. 11-15, out./dez. 2010.

ENSHASSI, A. Materials control and waste on building sites. **Building Research & Information**, v. 24, n. 1, p. 31-34, 1996.

FANIRAN, O.O.; OLUWOYE, J.O.; LENARD, D. Effective construction planning. **Construction Management and Economics**, v. 12, p. 485-499, 1994.

FIREMAN, M. C. T. **Proposta de método de controle integrado produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por *making-do* e retrabalho**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012.

FONTENELLE, M. A. M. **Oficina virtual sobre competências didáticas dos gerentes de obras e técnicos de segurança**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

FORMOSO, C. T. **A knowledge based framework for planning house building projects**. 1991. Thesis (Doctor) – Department of Quantity and Building Surveying – University of Salford. Salford. 1991.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A. Z. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1999.

FORMOSO, C. T.; SOILBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E. L. Material Waste in the Building Industry: main causes and prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002.

FORMOSO, C.T.; SOMMER, L.;KOSKELA,L.; ISATTO,E.L. An exploratory study on the measurement and analysis of making-do in construction

- sites. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 19., 2011, Lima. **Proceedings...** Lima. 2011.
- FORMOSO, C.T.; ISATTO, E. L.; FIREMAN, M. C. T. Integrating production and quality control: monitoring making-do and unfinished work. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza, 2013.
- GILGEOUS, V. D'CRUZ, M. A study of business and management games. **Management Development Review**, v.9, n. 1, p. 32-39, 1996.
- GOLDRATT, E. M., COX, J. **A meta**: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Educator, 1997. 385p.
- GOLZARPOOR, H.; GONZÁLEZ, V. A green-lean Simulation Model for Assessing Environmental and Production Waste in Construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza, 2013.
- GRAMIGNA, M. R. **Jogos de Empresa**. São Paulo: Pearson, 2007, 2ª ed., 180p.
- GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente *just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996. 177p.
- HAN, S.; LEE, S.; PEÑA-MORA, F. Identification and quantification of non-value adding effort due to errors and changes in design and construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 1, n. 1, p. 291, 2011.
- HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Mackron Books, 1993. 343p.
- HENDERSON, B.; LARCO, J. **Lean Transformation**: How to Change Your Business into a Lean Enterprise. Richmond: The Oaklea Press, 2002.
- HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador, 2000.
- HOLMSTROM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. Bridging Practice and Theory: A Design Science Approach, **Decision Sciences**, v. 40, n. 1, 2009.

- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M.L. **Factory physics: foundations of manufacturing management**. Boston: Irwin Mc Graw-Hill, 1996. 668p.
- HWANG, B. G.; THOMAS, S. R.; HAAS, C.T.; CALDAS, C. H. Measuring the impact of rework on construction cost performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 135, n. 3, p. 187-198, 2009.
- ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.
- KALSAAS, B. T.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D. Waste in Construction: A Systematic Literature Review on Empirical Studies. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20., 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2012.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report nº. 72**. Center of Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Standford University, 1992, 72 p.
- KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction**. 2000. 296f. Thesis (Doctor). Espoo, Finlândia: VTT.
- KOSKELA, L. Making-do – The Eight Category of waste. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Dinamarca. **Proceedings...** Dinamarca, 2004.
- KOSKENVESA, A.; KOSKELA, L.; TOLONEN, T.; SAHLSTEDT, S. Waste and Labor Productivity in Production Planning. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 16., 2008, Haifa. **Proceedings...** Haifa, 2008.
- LAUFER, A.; TUCKER, R.L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v. 5, p. 243-266, 1987.
- LAUFER, A.; TUCKER, R.L. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction Management and Economics**, v. 6, p. 339-355, 1988.

- LEDBETTER, W. B. Quality performance on successful project. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 120, n. 1, p. 34-46, 1994.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Trad. Ribeiro L. B. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LOPES, V. M. D. L. **Jogos e Técnicas Vivenciais**. Joinville: SENAI, 2004. 98p.
- LOVE, P. Influence of project type and procurement method on rework costs in building construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 128, n. 1, p. 18-29, 2002.
- LOVE, P.; EDWARDS, D. J. Determinants of rework in building construction projects. **Construction and Architectural Management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 11, n. 4, p. 259-274, 2004.
- LUKKA, K. **The constructive research approach**. In: Case Study research in logistics (edited by Ojala, L.; Hilmola, O-P.). Series B1. P.83-101. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003.
- MACHADO, R. L. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil**. 2003. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.
- MENDES JUNIOR, R.; VARGAS, C. L. S. (1998) **Jogo de programação da construção: Manual do Jogador**. Disponível em: http://www.eps.ufsc.br/~gecon/cursos/PCO98/jogo/versão_jogo98.zip. Acesso em: 30/04/2014.
- MENDES JÚNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. 1999. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1999.
- MENDES JUNIOR, R., VARGAS, C. L. S. e HEINECK, L. F. M. Jogo de programação da construção de edifícios via Internet. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 1998, Cidade. **Anais...** Cidade, 1998.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Normas Regulamentadoras. MTE. 2013.

NAHMENS, I.; IKUMA, L. H. Effects of Lean on Sustainability of Modular Homebuilding. **Journal of Architectural Engineering**, ASCE, v. 1, n. 1, p. 25, 2011.

NAHMENS, I; MULLENS, M. A. Lean Homebuilding: Lessons Learned from a Precast Concrete Panelizer. **Journal of Architectural Engineering**. v. 17, n. 4, p. 155, 2011.

OGLESBY, C. H.; PARKER, H. W.; HOWELL, G. A. **Productivity improvement in construction**. McGRAW-HILL Series Engineering and Project Management, 1989, 588p.

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

OLIVARES, G. L.; CAMPOS, R. de. Protótipo de um jogo de empresas para auxílio ao ensino de gestão da produção e operações. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEGEP, 2004. 1 CD ROM.

PASSERINO, L. M. Avaliação de jogos educativos computadorizados. Universidade Luterana do Brasil. In: TALLER INTERNACIONAL DE SOFTWARE EDUCATIVO, 2, 1998, Santiago. **Proceedings...** Santiago, 1998.

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

ROBSON, C. **Real World Research** – a resource for social scientist and practitioner researchers. Oxford: Blackwell Publishers, 1998.

ROMANEL, F. B. 2009. **Jogo “Desafiando a Produção”**: Uma Estratégia para a Disseminação dos Conceitos da Construção Enxuta entre Operários da Construção Civil. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

SAFFARO, F. A.; BRESSIANI, L.; SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. M. Discussão de princípios da lean production através de um jogo didático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA

CONSTRUÇÃO, 3, 2003, São Carlos. **Anais...** 2003, v. 1. p. 264-274. 1 CD ROM

SANTOS, D.; HEINECK, L. F. M.; PRADO, R. L.; BORGES, V. P. . O ensino de linha de balanço e variabilidade através de um jogo didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** 2002. 1 CD ROM

SANTOS, D. G. **Modelo de Gestão de Processos na Construção Civil para Identificação de Atividades Facilitadoras**. 2004. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

SANTOS, D. G. **Checklist sobre execução de alvenaria estrutural**. 2008. Nota de aula. Disciplina Gerenciamento de Empreendimentos. Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Construção Civil. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 2008.

SANTOS, D. G. **Investigação do nível de aplicação de atividades facilitadoras pelos gerentes de obra para o processo construtivo de alvenaria estrutural e como difundir este conhecimento**. Relatório Técnico de Projeto de Pesquisa. Edital MCT/CNPq 14/2010 - Universal. São Cristóvão/Sergipe. 2013.

SANTOS, D. G.; GROSSKOPF, J.; SOUZA, A. M.; SANTOS NETO, A. T.; HEINECK, L. F. M. Utilization of extra planning activities by construction companies in Sergipe/Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20th, 2012, San Diego, California, United States. **Proceedings...** San Diego, 2012, 11p.

SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. M. Seleção de processos construtivos através da segmentação de processos em suas atividades constituintes: caso das vedações verticais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006.

SANTOS, M. R. G. F.; LOVATO, S. Os Jogos de Empresa como Recurso Didático na Formação de Administradores. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, p. s/n-s/n, 2007.

SCHAFRANSKI, L. E.; TUBINO, D. F. Desenvolvimento de um jogo de empresas para o ensino de planejamento estratégico da produção. In:

- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: ENEGE, 1998. 1 CD ROM.
- SCIELO. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. Geographical distribution of leptospirosis in Aracaju, State of Sergipe from 2001 to 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86822011000400015&script=sci_arttext. Acesso em: 20/04/2014.
- SENAI. **Serviços Controlados**. Qualidade na Indústria da Construção, 2003a, DVD.
- SENAI. **Materiais Controlados**. Qualidade na Indústria da Construção, 2003b, DVD.
- SENARATNE, S; SEXTON, M.G. Role of knowledge in managing construction project change. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 16, n. 2, p. 186-200, 2009.
- SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996a. 380p.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996b. 291p.
- SKOYLES, E. R. Materials wastage – a misuse of resources. Batiment International, **Building Research and Practice**, v. 4, n. 4, p. 232, 1976.
- SMITH, J. P.; RYBKOWSKI, Z. K. The Maroon-white game: a simulation of trust and long-term gains and losses. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza, 2013.
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. 1993. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1993.
- SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.
- TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini. 2010.

- TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Look-Ahead Planning: Screening and Pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2., 1997, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1997.
- 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, 2006.
- TSAO, C. C. Y.; AZAMBUJA, M.; HAMZEH, F. H.; MENCHES, C.; RYBKOWSKI, Z. K.. Teaching Lean Construction – Perspectives on Theory and Practice. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza, 2013, 10p.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347p.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas – Elimine o desperdício e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 427p.
- YU, H.; TWEED, T.; AL-HUSSEIN, M; NASSERI, R. Development of lean model for house construction using value stream mapping. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 135, n. 8, p. 782-790, 2009.
- ZHAO, Z. Y; LV, Q. L.; ZUO, J.; ZILLANTE, G. Prediction system for change management in construction project. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 136, n. 6, p. 659-669, 2010.
- ZUO, J.; ZILLANTE, G. Project Culture within construction projects: a literature review. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13., 2005, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 2005.

APÊNDICES

Apêndice A – Fichas de pesquisa utilizadas para organização das informações e caracterização dos empreendimentos em que se desenvolveu o estudo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

FICHA DE PESQUISA (OBRA A)

Título da Pesquisa: “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”.

Pesquisadores: Victor Felix de Mesquita (mestrando) / Débora de Gois Santos (orientadora) / Rafael da Silva Nascimento (aluno de iniciação científica).

Quantidade de visitas realizadas: 03 (três)

- 28/05/2012 – Autor, professora doutora e aluno de iniciação científica;
- 19/02/2013 – Autor e aluno de iniciação científica;
- 15/10/2013 – Autor.

Obs.: As visitas foram acompanhadas pelo engenheiro da obra. A obra permaneceu com o mesmo engenheiro desde o seu início.

Obra: Obra A.
Localização: Bairro Santa Lúcia – Aracaju (SE).

Empresa responsável: Construtora A.
Contatos: (Contatos suprimidos para resguardar o sigilo e informações da empresa e funcionários que participaram da pesquisa).
Descrição da empresa: possui 28 anos de atuação em obras de habitação de interesse social. Atualmente possui obras em Aracaju e regiões metropolitanas.
Descrição do empreendimento: construção de condomínio residencial composto por 6 blocos com térreo mais 5 pavimentos cada. Cada pavimento possui 8 apartamentos. O empreendimento dispõe de 2 opções de planta (com 2 ou 3 quartos), elevador e área de lazer completa.
Sistema construtivo: Alvenaria estrutural não-armada de blocos cerâmicos, utiliza os blocos da família de 30, que recebe como variação apenas o meio bloco (15cm).
Situação atual da obra: • 28/05/2012 – dos 6 blocos, 3 encontravam-se em fase de execução da fundação e 3 com a alvenaria em processo de elevação; • 19/02/2013 – dos 6 blocos, 3 encontravam-se com a alvenaria concluída e 3 em fase de elevação da alvenaria estrutural; • 15/10/2013: a obra encontrava-se com toda a alvenaria concluída. Executando área de lazer, revestimento externo e instalações.
Observações: (Dias 28/05/2012 e 19/02/2013): 1) A construtora adotou algumas medidas na concepção do projeto que favorecem a continuidade do trabalho. A primeira medida foi a locação dos barracões da obra em um terreno vizinho, sendo este uma propriedade da construtora que só se iniciariam as obras ao final deste primeiro empreendimento que estava sendo executado. Essa medida faz com que todo o espaço locado para a construção do empreendimento em nenhum momento da sua elaboração se apresente interrompido pela necessidade de se deslocar alguma estrutura de apoio à obra. 2) A decisão de se realizar a terraplanagem das vias de trânsito de carros e pedestres do condomínio antes mesmo da execução dos edifícios foi importante para facilitar a entrada dos materiais no canteiro de obra, como também a movimentação do equipamento de trabalho vertical e

horizontal, denominado comercialmente como Manipulador Telescópico, utilizado pela empresa pela primeira vez neste empreendimento. 3) O sistema de alvenaria estrutural escolhido foi a estrutura não-armada de blocos cerâmicos, realizado com blocos da família de 30, que recebe como variação apenas o meio bloco (15cm) (princípio de Redução de Variabilidade). Os blocos são todos fornecidos pela mesma empresa cerâmica e o controle de qualidade é realizado através de ensaios de compressão e resistência disponíveis no SENAI (Serviço Nacional de Apoio a Indústria), onde 13 blocos de cada um dos lotes recebidos são analisados. 4) O sistema de alvenaria estrutural conta, em termos de distribuição da equipe de produção direta, com a participação de dois pedreiros e um servente por cada apartamento, e indireta, pelo servente operador do misturador situado em cada pavimento, o que totaliza uma equipe de 25 operários por pavimento. Verifica-se que esta equipe tem uma quantidade grande de operários, mas estes são dedicados apenas para a elevação da alvenaria, não sendo permitido que o processo seja interrompido para que os operários executem outras atividades. 5) Quando feita as coletas de dados, estavam em execução simultânea três edifícios, cada um com um misturador por pavimento. Os edifícios que se encontravam em pavimentos diferentes na elevação da alvenaria, contava com além do misturador, duas centrais de argamassa. As betoneiras eram estrategicamente colocadas, de forma que cada uma delas se encontrava próximo aos dois edifícios centrais. Tanto os produtos das betoneiras como os blocos, argamassa e demais materiais eram levados de maneira prática e segura a todos para os edifícios, através do manipulador telescópico, mesmo eles estando em alturas diferentes. O único inconveniente do equipamento, como foi citado anteriormente, é a falta de alcance aos últimos pavimentos.
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO
Visitas dias 28/05/2012 e 19/02/2013



Foto 01: Argamassadeiras no pavimento



Foto 02: Manipulador telescópico com blocos



Foto 03: Gabaritos de portas



Foto 04: Equipamento foguetinho



Foto 05: Vista geral da obra



Foto 06: Pavimento de trabalho



Foto 07: Central de pré-moldados



Foto 08: Funcionários palletizando blocos



Foto 09: Blocos-calha fornecidos pronto para assentamento	Foto 10: Central de argamassa
Situação da aplicação do <i>checklist</i>: Concluída.	
Próximos passos: Convocar engenheiro para o jogo.	
Obs.: Existem mais fotos de outras visitas realizadas na pasta “Fotos_Metrado_2013_obra_A”.	

Preenchido por: Victor Felix de Mesquita

Data do preenchimento: 30/10/2013

Data da última atualização: 30/10/2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

FICHA DE PESQUISA (OBRA B)

Título da Pesquisa: “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”.

Pesquisadores: Victor Felix de Mesquita (mestrando) / Débora de Gois Santos (orientadora) / Rafael da Silva Nascimento (aluno de iniciação científica).

Quantidade de visitas realizadas: 03 (duas)

- 07/11/2012 – Autor, professora doutora;
- 22/10/2012 – Autor
- 22/10/2013 – Autor

Obs.: A obra permanece com o mesmo engenheiro desde o seu início.

Obra: Obra B.

Localização: Barra dos Coqueiros-SE (A obra localiza-se próximo à avenida principal que limita os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros). A valorização da região em que se localiza o empreendimento é relativamente recente, iniciada após a construção de uma ponte estaiada que liga os municípios de Aracaju a Barra dos Coqueiros. Reflexo disso são os diversos empreendimentos (em lançamento e em construção) observados nessa região.

Empresa responsável: Construtora B.

Contatos:

(Contatos suprimidos para resguardar o sigilo e informações da empresa e funcionários que participaram da pesquisa).

Descrição da empresa: Possui 25 anos de atuação em Sergipe, a empresa atua nos municípios de Aracaju, São Cristóvão e Barra dos Coqueiros, onde possui dois empreendimentos, sendo um em construção e outro em lançamento, todos em alvenaria estrutural. Possui ainda atuação em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Lauro de Freitas-BA.

Descrição do empreendimento: construção de condomínio residencial composto por 11 blocos com térreo mais 3 pavimentos cada. Cada pavimento possui 6 apartamentos. O empreendimento dispõe de 3 opções de planta (com 1, 2 ou 3 quartos), elevador e área de lazer completa. Apartamentos com suíte e varanda. O elevador é um diferencial para este tipo empreendimento, já que a legislação não obriga em prédios com até 3 pavimentos.

Sistema construtivo: Alvenaria estrutural não-armada de blocos de concreto, realizado com blocos da família de 30cm, que recebe como variação, todas as dimensões disponíveis, sendo esses blocos de 15cm e 5cm, inclusive a obra também fazia aplicação dos compensadores quando necessário.

Situação atual da obra:

- Dia 7/11/2013 – das 11 torres, 4 encontravam-se com a alvenaria concluída e 7 em processo de elevação da alvenaria estrutural.
- Dia 22/10/2013 – a obra encontrava-se com toda a alvenaria concluída. Executando área de lazer, revestimento externo e instalações.

Observações:

(Dia 07/11/2012):

- 1) As vias de circulação foram colocadas antecipadamente em sua cota final para que o manipulador telescópico pudesse alcançar os pavimentos mais elevados de forma a auxiliar no transporte de blocos e argamassa utilizados no serviço de elevação da alvenaria estrutural (anteciparam um serviço para dar condições de acesso ao manipulador, favorecendo a produtividade e rapidez do processo). Essa informação deve constar no relatório do Rafael (verificar).
- 2) O sistema de alvenaria estrutural escolhido foi a estrutura não-armada de blocos de concreto, realizado com blocos da família de 30cm, que recebe como variação, todas as dimensões disponíveis, sendo esses blocos de 15cm e 5cm, inclusive a obra também fazia aplicação dos compensadores quando necessário. Neste caso, observou-se a aplicação do princípio de Redução de Variabilidade.

- 3) Os materiais utilizados no assentamento eram entregues pelo manipulador telescópico. Os blocos iam paletizados e a argamassa em recipientes grandes, que ao chegar aos pavimentos eram retirados pelos serventes e distribuídos com os carrinhos de mão para o local de execução.
- 4) Para as paredes internas mantiveram-se os blocos calhas, que recebiam as barras de ferros e o graute, seguindo assim os procedimentos do sistema e diminuindo o tempo de ciclo.
- 5) A produção de argamassa realizada por uma única betoneira era operada por um betoneiro e depois serventes. O traço da argamassa determinado por uma empresa especializada era testado semanalmente pela mesma, para conferir se a produção no canteiro atingia a resistência estabelecida, que deve ser uma resistência maior que a resistência dos blocos.

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Visita dia 07/11/2012



Foto 01: Andaime metálico regulável

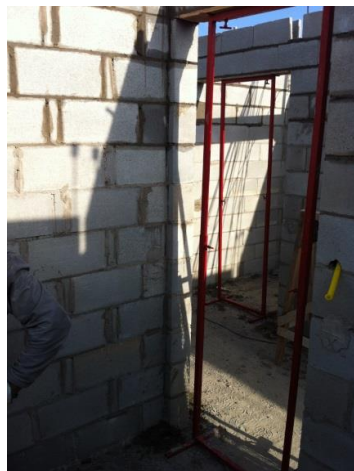


Foto 02: Gabarito metálico para portas



Foto 03: Execução da primeira fiada



Foto 04: Vista geral da obra



Foto 05: Funcionário elevando parede e técnica acompanhando atividade



Foto 06: Projetos disponíveis no local da obra



Foto 07: *Making-do*



Foto 08: Funcionário utilizando bisnaga



Foto 09: Técnica conferindo esquadro da parede elevada	Foto 10: Central de argamassa
	
Foto 11: Manipulador telescópico	Foto 12: Blocos calha prontos para assentamento
	
Foto 13: Blocos palletizados	Foto 14: Vias de circulação para o manipulador e demais equipamentos

Visita dia 22/10/2013



Foto 15: Terreno vizinho com blocos palletizados e vias de acesso do manipulador



Foto 16: Vista geral da obra. Ao fundo, uma retroescavadeira trabalhando na limpeza do canteiro. Vias de acesso desobstruídas facilitando o acesso das retos e dos manipuladores. Obra limpa e organizada.



Foto 17: Local de armazenagem dos blocos palletizados.



Foto 18: Baías no terreno vizinho

	
Foto 19: Local de armazenamento de equipamentos	Foto 20: 2 manipuladoras sendo carregadas na central de argamassa para atender à demanda nos pavimentos
Situação da aplicação do <i>checklist</i>: Concluída.	
Próximos passos: Convocar engenheiro para o jogo.	
Obs.: Existem mais fotos na pasta “fotos_metrado_2013_obra_B”.	

Preenchido por: Victor Felix de Mesquita

Data do preenchimento: 08/11/2012

Data da última atualização: 02/11/2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

FICHA DE PESQUISA (OBRA C)

Título da Pesquisa: “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”.

Pesquisadores: Victor Felix de Mesquita (mestrando) / Débora de Gois Santos (orientadora) / Pedro Ludovice Neto (aluno de iniciação científica).

Quantidade de visitas realizadas: 04 (quatro)

- 22/02/2013 – Autor, professora doutora e alunos de graduação;
- 26/06/2013 – Autor e aluno de iniciação científica;
- 19/07/2013 – Autor e aluno de iniciação científica;
- 10/10/2013 – Autor e aluno de iniciação científica.

Obs.: A primeira visita foi acompanhada pelo engenheiro civil responsável pelo planejamento da obra, e as demais pelo engenheiro civil responsável pela equipe de produção da obra, que foi contratado posteriormente ao início da obra.

Obra: Obra C.
Localização: Bairro Santa Lúcia – Aracaju (SE).
Empresa responsável: Construtora C.
Contatos: (Contatos suprimidos para resguardar o sigilo e informações da empresa e funcionários que participaram da pesquisa).

Descrição da empresa: empresa de grande porte com 30 anos de atuação no mercado sergipano. Apresenta certificação pelo PBQPH e possuiu outras obras em alvenaria estrutural na cidade.

Descrição do empreendimento: construção de condomínio residencial composto por 5 blocos com 6 pavimentos cada. Dispõe de 3 opções de planta (com 2 ou 3 quartos), elevador e área de lazer completa.

Sistema construtivo: alvenaria estrutural armada de tijolos cerâmicos com laje maciça. Utiliza o bloco da família de 30, recebendo como variação os blocos tipo calha e compensador.

Situação atual da obra:

- Dia 26/06/2013: dos 5 blocos, 2 encontravam-se com a alvenaria totalmente concluída. As outras 4 torres encontravam-se em fase de execução do processo de elevação da alvenaria e concretagem das lajes.
- Dia 10/10/2013: 4 blocos com a alvenaria totalmente concluída, 1 bloco em execução.

Observações:

(Dia 26/06/2013):

- 6) A marcação da alvenaria e as primeiras passagens das instalações elétricas e hidráulicas são realizadas pela própria Construtora C, sendo que o restante do processo de elevação da alvenaria estrutural é realizado por uma empresa terceirizada. A Construtora C, porém, realiza um rigoroso controle de qualidade sobre a empresa contratada, sendo a sua equipe de fiscalização formada por 01 mestre de obras, 01 técnico responsável pela qualidade, 03 estagiários, 01 engenheiro gerente de produção e 01 engenheiro gerente de planejamento. A empresa terceirizada somente inicia uma nova parede após a anterior ser aprovada pela equipe de fiscalização.
- 7) Anteriormente (antes da greve ocorrida até início do mês de junho/2013), como o processo de elevação da alvenaria estrutural era realizado tanto pela Construtora C como pela empreiteira, a velocidade da concretagem atingia a meta de 01 laje/semana. Após o término da greve, a empresa necessitava direcionar toda a sua equipe para a execução de outros serviços e, como a empreiteira atingia bons níveis de produtividade, optou-se pela estratégia citada no item anterior, em que a empresa terceirizada realiza todo o processo e recebe a fiscalização da Construtora C.

- 8) O dono da empresa terceirizada é engenheiro civil, sendo este um ponto positivo, já que a atividade de elevação da alvenaria portante é a que merece maior atenção nesse tipo de edificação.
- 9) Inicialmente a obra utilizava o manipulador telescópico para o transporte de blocos até a laje. O equipamento, porém, era considerado lento pela equipe, já que apresentava defeitos mecânicos com frequência, afetando a produtividade das equipes de produção. A construtora, então, substituiu o referido equipamento pela BOB CAT e o guincho (elevador). Dessa forma, os blocos paletizados são transportados pela BOB CAT até o guincho. Após atingir o pavimento desejado, os blocos são retirados do guincho manualmente pelos operários. Observa-se que esse sistema (BOB CAT ⇒ GUINCHO ⇒ DESCARGA MANUAL) apresenta elevado tempo de ciclo, o qual poderia ser reduzido para MANIPULADOR ⇒ DESCARGA MECÂNICA. É importante ressaltar que o manipulador telescópico melhorou significativamente a produtividade em outras obras pesquisadas por ser rápido e prático, não sendo constatados defeitos ou mau funcionamento (ver item 14).
- 10) A construtora enxerga vantagens na utilização da BOB CAT por ser um equipamento multiuso (pode ser acoplado o garfo ou a concha), sendo útil em outros serviços.
- 11) Utiliza bisonha para aplicação da argamassa durante o processo de elevação da alvenaria estrutural.
- 12) O bloco calha já vem pronto para ser assentado. Anteriormente, durante a primeira visita, constatou-se a utilização de um tipo de bloco calha que, para evitar perda durante o transporte, vinha com uma plaqueta que deveria ser removida (quebrada manualmente) antes do assentamento, podendo causar perda do bloco.
- 13) Os blocos são cortados para colocação das caixas de elétrica e hidráulica somente após assentados. Já a passagem da tubulação descida é realizada durante os processos de marcação e elevação dos blocos.
- 14) A empresa dispõe no escritório da obra dos projetos de modulação e de 1ª e 2ª fiadas. Esses projetos foram fornecidos para a empreiteira, porém, durante a visita constatou-se que não são utilizados no local de execução dos serviços, sendo consultados somente em caso de dúvida.
- 15) A empresa afirma que os projetos de instalação elétrica e hidráulica encontram-se compatibilizados com o estrutural. Durante a visita, o engenheiro não localizou os referidos projetos compatibilizados, somente os projetos sem a devida compatibilização.

- 16) O procedimento operacional para o serviço de elevação da alvenaria encontra-se no escritório da obra para consulta dos engenheiros, técnicos, mestre e estagiários.

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Visita dia 26/06/2013



Foto 01: vista geral pavimento



Foto 02: blocos-calha e cerâmicos assentados

Visita dia 10/10/2013



Foto 03: caixas d'água que abastecem os blocos



Foto 04: sujeira no pavimento / desperdício de blocos



Foto 05: andaime não regulável montado de forma triangular (e não retangular)



Foto 06: local de trabalho



Foto 07: funcionários terceirizados descarregando blocos no pavimento



Foto 08: periferia sem guarda-corpo

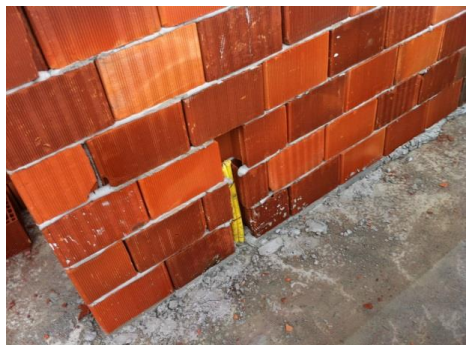


Foto 09: os blocos cortados para passagem das tubulações somente após o assentamento

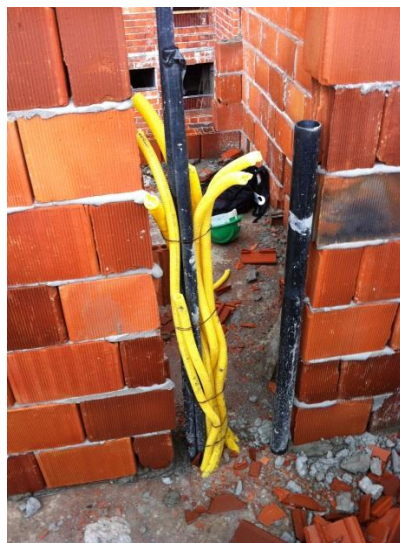


Foto 10: *shaft* que receberá fechamento com blocos, dificultando o acesso às tubulações

	
Foto 11: funcionários terceirizados carregando blocos no guincho	Foto 12: equipamento utilizado para o transporte de argamassa
Situação da aplicação do <i>checklist</i>: Concluída.	
Próximos passos: Convocar engenheiros para o jogo didático.	
Obs.: Existem mais fotos de outras visitas realizadas na pasta “Fotos_Metrado_2013_obra_C”.	

Preenchido por: Victor Felix de Mesquita

Data do preenchimento: 01/07/2013

Data da última atualização: 10/10/2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

FICHA DE PESQUISA (OBRA D)

Título da Pesquisa: “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”.

Pesquisadores: Victor Felix de Mesquita (mestrando) / Débora de Gois Santos (orientadora) / Paulo Ricardo Ramos Santos (aluno de iniciação científica).

Quantidade de visitas realizadas: 01 (uma)

- 30/10/2013 – Autor e aluno de iniciação científica.

Obs.: a visita foi acompanhada pelo engenheiro civil do canteiro, único gerente da obra.

Obra: Obra D.
Localização: Bairro Santa Lúcia – Aracaju (SE). (Próximo à obra C).
Empresa responsável: Construtora D.
Contatos: (Contatos suprimidos para resguardar o sigilo e informações da empresa e funcionários que participaram da pesquisa).
Descrição da empresa: empresa de médio a grande porte com mais de 30 anos de atuação no mercado sergipano. Apresenta certificação pelo PBQPH, possuiu outras obras em alvenaria estrutural na cidade e obras em concreto armado.

Descrição do empreendimento: construção de condomínio residencial composto por 7 blocos com térreo + 5 pavimentos cada. Dispõe de 3 opções de planta (com 2 ou 3 quartos), sendo uma suíte com varanda, elevador e área de lazer completa.

Sistema construtivo: Alvenaria estrutural não armada de tijolos cerâmicos com laje maciça (convencional). Utiliza somente o bloco de 14x19x29cm, não recebendo nenhuma outra variação (somente o bloco calha).

Situação atual da obra:

- Dia 30/10/2013: Os 7 blocos encontravam-se com a alvenaria quase que totalmente concluída. Outros serviços executados no momento: revestimento interno e externo, pavimentação (contrapiso e cerâmicas) e acabamentos.

Observações:

(Dia 30/10/2013):

- 17) Alvenaria de tijolos cerâmicos não armada somente de blocos 14x19x29cm, não recebe nenhuma variação de blocos. Quando é necessário meio bloco ou bloco compensador, é realizada a quebra do bloco inteiro. Essa informação pôde ser comprovada durante a visita à obra, visto que observou-se nos pavimentos muita sujeira devido à quebra dos blocos (foto 12).
- 18) Laje maciça (convencional) e escada moldada *in loco*.
- 19) O engenheiro responsável pela obra concluiu o curso há 2 anos contados da data da visita. O engenheiro era estagiário da empresa até o final de 2011. A partir de 2012, foi contratado como engenheiro da referida obra, onde se encontra até a data da entrevista. O engenheiro conduz a obra desde o seu início.
- 20) Como eram 7 prédios a ser executados e a demanda nessas edificação era elevada, optou-se por utilizar as seguintes formas de transporte de blocos:
 - Manipulador Telescópico (forma principal de transporte);
 - Retroescavadeira + Guincho de coluna (foguetinho);
 - Bob Cat + Guincho de coluna (foguetinho).
- 21) A empresa não dispõe (na obra ou no escritório) dos projetos de modulação e nem dos projetos de 1ª e 2ª fiadas, já que estes não foram elaborados. Quando questionado sobre a compatibilização entre os projetos de elétrica,

hidráulica e estrutural, o engenheiro respondeu que esses projetos não foram fornecidos compatibilizados e que, quando necessário, o próprio engenheiro realizou a compatibilização durante a execução da obra.

- 22) A obra dispunha de uma central de argamassa com 2 betoneiras (sem o quadro de traços) para atender a toda a demanda de elevação da alvenaria. Durante a execução do processo de elevação da alvenaria, a argamassa subia até o local de trabalho através do seguinte ciclo:

- Manipulador Telescópico ⇒ pavimento;
- Carrinho de mão ⇒ foguetinho ⇒ pavimento;
- Bob cat ⇒ foguetinho ⇒ pavimento.

Constatou-se que são utilizados carrinhos de mão para o transporte de argamassa (e não padiolas). Logo, quando a argamassa é transportada, há perda de material devido à irregularidade do terreno (fotos 26, 27, 28, 29 e 32) (caso o terreno tivesse sido previamente regularizado ou caso a central de argamassa estivesse localizada em posição estratégica durante o estudo do *layout*, esse desperdício poderia ter sido evitado) (item 2.1 do *checklist*).

- 23) Os blocos calha utilizados não vem prontos para assentamento. Quando questionado sobre os referidos blocos, o engenheiro informou desconhecer sobre a possibilidade dos blocos já serem fornecidos de fábrica sem as plaquetas marcadas para remoção, concordando com a ideia de que evitaria a perda do bloco durante a remoção das plaquetas.
- 24) A obra não utiliza blocos palletizados de fábrica para elevação da alvenaria estrutural. No início da obra havia palletização no próprio canteiro, porém, devido à elevada irregularidade do terreno, havia o receio de que os *pallets* caíssem, causando perda dos blocos por quebra (o que poderia ser evitado com a regularização do local de armazenagem dos blocos, por exemplo, ou com a mudança física do local de estocagem de blocos).
- 25) A empresa não executa o contrapiso antecipadamente à elevação das paredes, mas utilizam uma argamassa de marcação antes de elevar a alvenaria estrutural (foto 09). Logo, o procedimento é realizado da seguinte forma:
- Concretagem da laje ⇒ nivelamento da laje (caso seja necessário) ⇒ execução de camada de marcação no perímetro em que serão elevadas

as paredes estruturais ⇒ elevação da alvenaria estrutural ⇒ execução do contrapiso.

- 26) O manipulador telescópico tinha acesso dificultado aos postos de trabalho devido à elevada irregularidade do terreno (fotos 12). Porém, a empresa tentou resolver esse problema, sempre que possível, melhorando as condições das vias de circulação durante a execução da obra (essa medida deveria ter sido adotada no início da obra, durante o estudo de *layout* do canteiro) (itens 1.2 e 2.1 do *checklist*). Durante a visita, constatou-se que além do problema da irregularidade, existe uma certa dificuldade de acesso do manipulador devido à existência de entulhos na obra (foto 2).

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Visita dia 30/10/2013



Foto 01: Retroescavadeira utilizada no transporte de blocos



Foto 02: Foto geral da obra (vias de circulação obstruídas).



Foto 03: Foguetinho (transporte de argamassa: carrinho de mão ⇒ foguetinho ⇒ pavimento)



Foto 04: blocos cortados somente após assentamento para fixação de caixas.



Foto 05: quebras indevidas dos blocos estruturais.	Foto 06: consequência da foto 04.
	
Foto 07: Vista geral alvenaria estrutural pronta no pavimento	Foto 08: resultado de quebras indevidas na parede pronta
	
Foto 09: Argamassa de marcação executada antes da 1ª fiada.	Foto 10: alvenaria estrutural pronta com argamassa indevidamente aplicada (falta de controle de qualidade).



Foto 11: blocos calha para verga de porta



Foto 12: terreno irregular / sujeiras ocasionadas pela quebra de blocos.

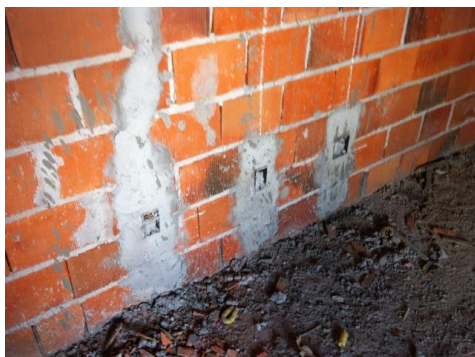


Foto 13: consequência da foto 04.



Foto 20: consequência da foto 04.



Foto 28: Desperdício de argamassa durante transporte



Foto 24: Blocos subindo através de foguetinho (pequena quantidade por subida).



Foto 30: foto geral da obra



Foto 33: Bob Cat utilizada no transporte de materiais.

Situação da aplicação do *checklist*: Concluída.

Próximos passos: Convocar engenheiro para o jogo.

Obs.: Existem mais fotos na pasta “fotos_metrado_2013_obra_D”.

Preenchido por: Victor Felix de Mesquita

Data do preenchimento: 30/10/2013

Data da última atualização: 30/10/2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

FICHA DE PESQUISA (OBRA E)

Título da Pesquisa: “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”.

Pesquisadores: Victor Felix de Mesquita (mestrando) / Débora de Gois Santos (orientadora).

Quantidade de visitas realizadas: 01 (uma)

- 01/11/2013 - Autor

Obs.: a visita foi acompanhada pela engenheira da obra. Atualmente a obra possui dois engenheiros, mas irá permanecer somente com um, já que o outro será aproveitado em outra obra de alvenaria estrutural da empresa.

Obra: Obra E.

Localização: São Cristóvão/SE (A obra localiza-se próximo ao limite entre Aracaju e São Cristóvão, mais precisamente, próximo à Universidade Federal de Sergipe. Em Sergipe, a empresa atua nos municípios de Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e São Cristóvão, onde possui dois empreendimentos em construção).

Empresa responsável: Construtora E.

Contatos:

(Contatos suprimidos para resguardar o sigilo e informações da empresa e funcionários que participaram da pesquisa).

Descrição da empresa: possui 30 anos de atuação no estado. Atualmente possui obras em São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e Aracaju, muitas delas em alvenaria estrutural.
Descrição do empreendimento: construção de condomínio residencial composto por 2 blocos com térreo + 6 pavimentos cada. Dispõe de 2 opções de planta (com 2 ou 3 quartos). O empreendimento possui o diferencial de ser a edificação mais alta da região e a única que dispõe de elevador e área de lazer completa (com 20 itens de lazer, incluindo academia, praças e piscinas adulto e infantil).
Sistema construtivo: Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto (até o 2º pavimento) e tijolos cerâmicos (do 3º ao 6º pavimento), com laje maciça (convencional) e escada moldada <i>in loco</i>. Utiliza somente o bloco inteiro, não recebendo nenhuma outra variação (somente o bloco calha).
Situação atual da obra: • Dia 01/11/2013: A obra encontrava-se na fase de terraplanagem e estudo de <i>layout</i> do canteiro. Os serviços de elevação da alvenaria estrutural estavam em fase inicial.
Observações: (Dia 01/11/2013): 27) Alvenaria de blocos de concreto (até o 2º pavimento) e tijolos cerâmicos (do terceiro ao 6º pavimentos) não armada. Utiliza somente o bloco inteiro, não recebe nenhuma variação de blocos (somente o bloco calha). Quando é necessário meio bloco ou bloco compensador, é realizada a quebra do bloco inteiro (informações confirmadas durante a entrevista com o técnico em edificações da obra). 28) A empresa não utiliza manipulador telescópico (nem mesmo nas demais obras) para auxiliar no processo de elevação da alvenaria estrutural. As formas de transporte dos blocos são realizadas das seguintes formas: • Retroescavadeira + Caminhão Munck com gaiola (cesto) adaptada para o transporte de blocos (processo semelhante ao realizado em obras que possuem grua. Essa é a forma principal de transporte de blocos nas obra da empresa E). • Retroescavadeira + Guincho de coluna (foguetinho);

Quando questionada sobre o caso dessa obra, que possui térreo + 6 pavimentos, e o braço do munck provavelmente não alcançará os pavimentos mais elevados, ela assumiu que será um problema a ser resolvido no decorrer da obra, já que a segunda opção de transporte mencionada não vai atender a toda a demanda, já que o foguetinho possui menor capacidade de carga. O técnico em edificações informou sobre um possível interesse da empresa em adquirir um manipulador telescópico, já que vem dando certo em outras empresas (*benchmarking*). Vale ressaltar que nesse caso, o manipulador também não resolveria totalmente o problema, já que o seu alcance é de aproximadamente até 5 pavimentos (somente com o guincho seria possível o transporte de blocos até o último pavimento).

29) A empresa não dispõe (na obra ou no escritório) dos projetos de modulação e nem dos projetos de 1ª e 2ª fiadas, já que estes não foram elaborados (semelhantes como acontece em outras obras da empresa). A engenheira informou, porém, que os projetos de elétrica e hidráulica são fornecidos devidamente compatibilizados com o estrutural. Quando são detectadas falhas ou incompatibilidades nos projetos, a própria engenheira de execução da obra corrige ou refaz a compatibilização durante o processo executivo de elevação da alvenaria estrutural.

30) O estudo do layout ainda está sendo realizado pela engenheira. Ela informou que a obra terá uma central de argamassa com 2 betoneiras para atender a toda a demanda de elevação da alvenaria. O transporte da argamassa até o pavimento será realizado através de um dos seguintes ciclos:

- Retroescavadeira ⇒ foguetinho ⇒ pavimento.
- Carrinhos de mão ⇒ foguetinho ⇒ pavimento.

A empresa não utiliza argamassadeira no pavimento, assim, toda a demanda de argamassa para o processo de elevação da alvenaria estrutural é atendida pela central de argamassa (por 2 betoneiras).

31) A empresa possui 2 retroescavadeiras (atualmente estão executando a terraplanagem).

32) A argamassa é aplicada com a utilização de bisnaga de lona.

33) Os blocos são cortados para colocação das caixas de elétrica e hidráulica somente após assentados. Já a passagem da tubulação de descida é realizada durante os processos de marcação e elevação dos blocos. Não é utilizada máquina de corte, a quebra é realizada com colher de pedreiro **(informações confirmadas durante a entrevista com o técnico em edificações da obra).**

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Visita dia 01/11/2013



Foto 01: Vista geral da obra.



Foto 02: Vista geral da obra.

Situação da aplicação do *checklist*: Concluída.

Próximos passos: Convocar engenheira para o jogo.

Obs.: existem mais fotos na pasta “fotos_metrado_2013_obra_E”.

Preenchido por: Victor Felix de Mesquita

Data do preenchimento: 02/11/2013

Data da última atualização: 02/11/2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

FICHA DE PESQUISA (OBRA F)

Título da Pesquisa: “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”.

Pesquisadores: Victor Felix de Mesquita (mestrando) / Débora de Gois Santos (orientadora) / Paulo Ricardo Ramos Santos (aluno de iniciação científica).

Quantidade de visitas realizadas: 02 (duas)

- 01/11/2013 – Autor e aluno de iniciação científica;
- 04/11/2013 – Autor, professora doutora e aluno de iniciação científica.

Obs.: A segunda visita foi acompanhada pelo engenheiro chefe da equipe de elevação da alvenaria e por três estagiários da obra. O *checklist* foi aplicado ao engenheiro chefe da equipe de alvenaria, responsável exclusivamente pela elevação da alvenaria estrutural de toda a obra.

Obra: Obra F (dois empreendimentos da mesma empresa).

Localização: Inácio Barbosa – Aracaju (SE). A obra localiza-se próximo a um terminal de ônibus, Centro de Convenções e possui acesso facilitado para shoppings e supermercados.

Empresa responsável: Construtora F.

Contatos:

(Contatos suprimidos para resguardar o sigilo e informações da empresa e funcionários que participaram da pesquisa).

Descrição da empresa: empresa de grande porte com atuação nacional. É uma das maiores construtoras e incorporadoras do país, com foco em habitações de interesse social.

Descrição do empreendimento: construção de 2 condomínios residenciais com área de lazer completa e flexibilidade de plantas (2 quartos, com áreas variando entre 46 a 54m². Um dos empreendimentos (empreendimento 1) possui 05 torres com térreo + 7 pavimentos, com 8 apartamentos por andar. Já o empreendimento 2 possui 26 torres com térreo + 3 pavimentos, sendo 25 torres com 10 apartamentos por andar e 1 torre com 8 apartamentos por andar.

Obs. 1: Somente o empreendimento (1) dispõe de elevador.

Obs. 2: São os primeiros e únicos empreendimentos da empresa no estado na época da pesquisa.

Sistema construtivo: alvenaria estrutural armada de blocos de concreto com pré-laje. Escada pré-moldada (os degraus são produzidos individualmente no canteiro e transportados até o pavimento para ser montada a escada). No empreendimento (1) são utilizados blocos de 4,5, 6 e 8Mpa, já no empreendimento (2) são utilizados somente blocos de 4,5Mpa. Utiliza os blocos de 54cm, 29cm e 39cm, meio bloco, bloco compensador e bloco calha “U” e bloco calha “J”.

Situação atual da obra:

- Dia 04/11/2013: no total dos 2 empreendimentos, existem 10 blocos com a alvenaria estrutural em execução, sendo que 7 encontram-se ainda no térreo e 3 encontram-se no 1º pavimento. Toda a fundação da obra encontra-se concluída (a tendência é ter cada vez mais atividades de elevação da alvenaria estrutural, que nesse momento é o gargalo da obra).

Observações:

(Dia 04/11/2013):

34) Atualmente a obra encontra-se com as seguintes equipes administrativas:

- Equipe de alvenaria: 1 engenheiro + 2 estagiários;
- Equipe de fundação: 1 engenheiro + 2 estagiários;
- Equipe de laje (pré-laje): 1 auxiliar de engenharia + 1 estagiário;

- Equipe de gestão de resíduos: 1 engenheira trainee;
- Equipe de gestão qualidade: 1 auxiliar de engenharia + 1 estagiária

Obs. 1: auxiliar de engenharia é aquele profissional que está próximo de concluir o curso e tem disponibilidade de 2 turnos para dedicação à obra.

Obs. 2: A equipe de fundação termina sua responsabilidade a partir do momento em que a alvenaria do térreo esteja totalmente pronta para ser elevada.

Obs. 3: Os estagiários preenchem as FVS (Fichas de verificação de Serviços) e a equipe de gestão da qualidade verifica se aquelas informações condizem com a realidade da obra (também para o serviço de elevação da alvenaria estrutural).

Obs. 4: A empresa recebe ainda uma auditoria externa à obra de uma supervisora de obras de todo o país que visita a obra a cada 3 meses. A empresa busca obter o mesmo padrão de execução de obras e de qualidade dos empreendimentos de todo o país.

35) Todos os blocos de concreto utilizados na obra são produzidos em uma central de produção de blocos localizada em um terreno vizinho pertencente à construtora, onde será construído um futuro empreendimento da empresa. Os blocos são paletizados nesse mesmo terreno, onde existe uma extensa área exclusiva para estocagem de blocos. A produção, palletização e armazenagem dos blocos ficam sob responsabilidade de uma empresa terceirizada.

36) Como a obra é muito grande (31 torres), a saída dos blocos palletizados do local de armazenagem até o local de aplicação é feita sob controle, através de requisições. Dessa forma, a requisição já define a quantidade e o local onde serão utilizados os blocos. Então, os blocos são transportados diretamente para o local definido na requisição na quantidade solicitada. O transporte dos blocos é realizado das seguintes formas:

- Para as elevações da alvenaria estrutural no pavimento térreo: A Bob Cat transporta do local de armazenagem (próximo à central de produção) até o caminhão. Quando o caminhão está totalmente carregado, ele se desloca até a torre para a qual os blocos foram solicitados. Então os blocos são descarregados através da Bob Cat. Caso a quantidade de blocos seja pequena, a Bob Cat transporta da central de produção diretamente ao local de aplicação dos blocos.
- Para as elevações da alvenaria estrutural a partir do 1º pavimento ao 5º pavimento: A Bob Cat transporta do local de armazenagem (próximo à central de produção) até o caminhão. Quando o caminhão está totalmente carregado, ele se desloca até a torre para a qual os blocos

foram solicitados. Então os blocos são descarregados através do manipulador telescópico (Sky Trak), que leva o pallet diretamente ao pavimento de trabalho. Caso a quantidade de blocos seja pequena, o manipulador transporta da central de produção diretamente ao pavimento de aplicação dos blocos.

- Para as elevações da alvenaria estrutural a partir do 6º pavimento ao 7º pavimento (no caso do empreendimento 1): A Bob Cat transporta do local de armazenagem (próximo à central de produção) até o caminhão. Quando o caminhão está totalmente carregado, ele se desloca até a torre para a qual os blocos foram solicitados. Então os blocos são descarregados através do Bob Cat, que leva o pallet até o guincho (elevador de obra). Os blocos são descarregados do guincho manualmente pelos operários. Caso a quantidade de blocos seja pequena, a Bob Cat transporta da central de produção diretamente até o guincho.
- Durante a visita, o estagiário informou que uma carregadeira e uma retroescavadeira algumas vezes também são utilizadas para o transporte de blocos, quando as solicitadas pequenas quantidades.

37) As vias de circulação foram colocadas antecipadamente em sua cota final e executado colchão de brita para que os equipamentos utilizados no transporte de blocos pudessem circular com segurança e para que o manipulador telescópico pudesse alcançar os pavimentos mais elevados de forma a auxiliar no transporte de blocos e argamassa utilizados no serviço de elevação da alvenaria estrutural (anteciparam um serviço para dar condições de circulação dos equipamentos e de acesso ao manipulador, favorecendo a produtividade e rapidez do processo). (Obs.: as vias de circulação foram preparadas 8 meses depois do início da obra, depois que a empresa constatou deficiências na circulação dos equipamentos, chegando, inclusive, a ocorrer tombamento de veículo carregados de blocos, logo essa medida adotada evitou prejuízos causados por perdas de blocos e ocorrência de equipamentos danificados.

38) São fornecidos projetos de modulação, 1ª fiada, 2ª fiada e 3ª fiada. Todos os projetos são fornecidos devidamente compatibilizados com os projetos de instalações elétricas e hidro sanitárias.

39) Os projetos são disponibilizados para ficar no local de trabalho durante a elevação da alvenaria. Foi constatado durante a visita que os funcionários têm esse projeto no posto de trabalho. A empresa está providenciando mesas apropriadas para a leitura do projeto no pavimento.

40) O transporte da argamassa é realizado com os seguintes equipamentos: Sky Trak, retroescavadeira, carregadeira, Bob Cat. Durante a visita ao canteiro,

constatou-se que para o transporte de argamassa também era utilizadas padiolas, que transportavam a argamassa da central até o local de aplicação.

- 41) A aplicação da argamassa é realizada com colher de pedreiro (90% das vezes) e bisnaga (10% das vezes).
- 42) Os materiais aplicados na obra (inclusive os blocos, cimento e areia) passam por um controle de qualidade dentro da obra. Em cada baia ou nos pallets de blocos existe uma placa em que é indicado se o material foi ou não aprovado para aplicação (foto 04).

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Visita dia 04/11/2013



Foto 1: local de produção e armazenagem dos kits de tubulação para banheiros e cozinhas.



Foto 02: caixas chumbadas somente após a alvenaria pronta. Ver observação 22.



Foto 03: 2 carregadeira utilizada para o transporte de blocos

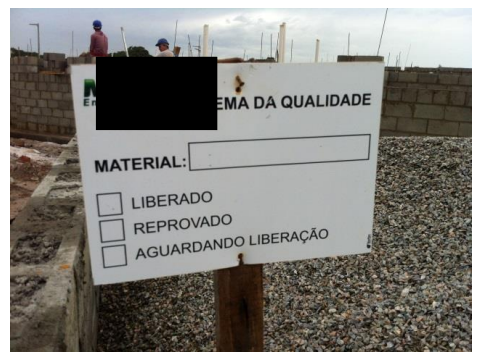


Foto 04: placa de aprovação/reprovação do material utilizado (água da chuva apagou).



Foto 05: 1ª fiada e eletrodutos. Blocos armazenados para aplicação



Foto 06: laje entregue pela equipe de fundação



Foto 07: funcionário transportando bloco



Foto 08: funcionário retirando argamassa



Foto 09: projeto disponível no local de trabalho



Foto 10: funionário colocando kit de tubulação previamente montado na alvenaria



Foto 11: funcionário executando 1ª fiada

Foto 12: manipulador telescópico (sky trak)



Foto 13: bob Cat para transporte de blocos



Foto 14: blocos sendo paletizados



Foto 15: parte do terreno cedeu e houve perda de blocos



Foto 16: blocos sendo paletizados



Foto 17: funcionário elevando alvenaria (utilizando martelo para assentar bloco)



Foto 18: muro definitivo e praça com item sde lazer previamente construídos



Foto 19: a equipe inicia a alvenaria pelas paredes da periferia (medida de proteção coletiva).

Foto 20: quadro de traços na central de argamassa

Situação da aplicação do *checklist*: Concluída.

Próximos passos: Convocar engenheiro para o jogo.

Obs.: Existem mais fotos na pasta “fotos_metrado_2013_obra_F”.

Preenchido por: Victor Felix de Mesquita

Data do preenchimento: 01/11/2013

Data da última atualização: 05/11/2013

Apêndice B – Questionário utilizado para obtenção do perfil dos participantes do Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

QUESTIONÁRIO

Solicitamos sua colaboração no sentido de responder a este questionário, integrante do projeto de pesquisa de Victor Felix de Mesquita, aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe. Informamos que os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, sendo preservado o direito ao anonimato dos respondentes.

1) DADOS PESSOAIS

1.1. Nome: _____

1.2. Idade:

☐

18 – 25 anos

☐

26 – 30 anos

☐

31 – 35 anos

- ☐ 36 – 40 anos
- ☐ 41 – 45 anos
- ☐ 46 – 50 anos
- ☐ Acima de 50 anos

2) DADOS ACADÊMICOS / PROFISSIONAIS

2.1. Empresa: _____

2.2. Tempo de profissão:

- ☐ Até 5 anos
- ☐ 6 – 10 anos
- ☐ 11 – 15 anos
- ☐ 16 – 20 anos
- ☐ 21 – 25 anos
- ☐ 26 – 30 anos
- ☐ mais de 30 anos

2.3. Experiência com obras em alvenaria estrutural

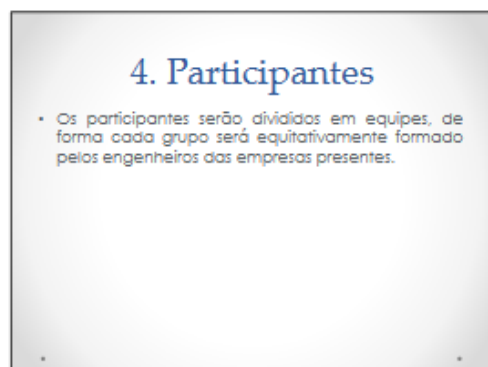
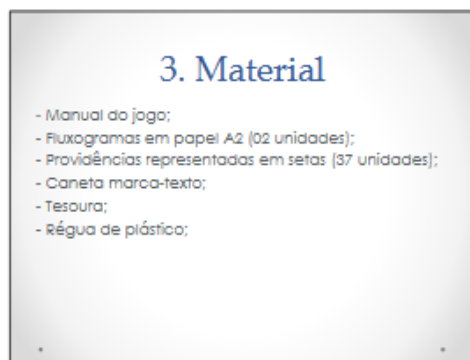
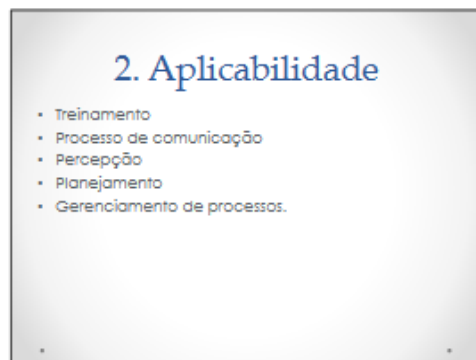
- ☐ Até 5 anos

- ☐ 6 – 10 anos
- ☐ 11 – 15 anos
- ☐ 16 – 20 anos
- ☐ 21 – 25 anos
- ☐ 26 – 30 anos
- ☐ Mais de 30 anos

2.4. Titulação

- ☐ Nível superior
- ☐ Especialização/MBA
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado

Apêndice C – Slides utilizados para apresentação das regras e critérios do Jogo “Estimulando Práticas – Alvenaria Estrutural”

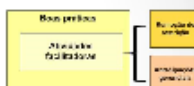


CrITÉRIOS

Pontos positivos:

- Atividades Boas Práticas: atividades cuja utilização implica na adoção de melhorias ao processo.

ATIVIDADES BOAS PRÁTICAS



Fonte: Mesquita, 2013

- Atividades Facilitadoras: além de provocar melhorias no processo, pode evitar interrupções.

ATIVIDADES FACILITADORAS

CrITÉRIOS

Pontos frágéis:

- Atividade Falha (Leve):

- utilização de forma farta de uma "Atividade Boa Prática" ou
- não atendimento a uma "Atividade Boa Prática".

NÃO ATENDIMENTO ÀS BOAS PRÁTICAS

Deve-se adotar uma melhoria ao processo

- Atividade Falha (Grave):

- utilização de forma farta de uma "Atividade Facilitadora" ou
- não atendimento a uma "Atividade Facilitadora" ou
- não cumprimento de itens de normas.

ATIVIDADE DE FALHA GRAVE

Deve-se adotar uma melhoria ao processo e evitar uma interrupção

CrITÉRIOS

Fotos:

- Inserir foto na "Atividade Facilitadora" ou "Boa Prática" correspondente



CrITÉRIOS

ATIVIDADE	QUANT.
ATIVIDADE FACILITADORA	10
ATIVIDADE BOA PRÁTICA	10
FOTO	10
ATIVIDADE FALHA (LEVE)	05
ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	05

SITUAÇÃO IDEAL	PIOR SITUAÇÃO
INSERIR TODOS OS +	INSERIR TODOS OS -

Sugestões para aplicação nas empresas

- Elaborar o fluxograma baseado no Procedimento Operacional da empresa;
- Estabelecer pontuações para cada providência:

ATIVIDADE	PONTUAÇÃO
ATIVIDADE BOA PRÁTICA	+1
ATIVIDADE FACILITADORA	+2
FOTO	+0,5
ATIVIDADE FALHA (LEVE)	-1
ATIVIDADE FALHA (GRAVE)	-2

Resultados

EQUIPE	PONTOS POSITIVOS		TOTAL	PONTOS FRÁGEIS	
	ATIVIDADE FACILITADORA	BOA PRÁTICA		ATIVIDADE FALHA (LEVE)	ATIVIDADE FALHA (GRAVE)
A	6	15	11	2	1
B	7	12	9	2	1
C					
D					

ATIVIDADES IDENTIFICADAS

ATIVIDADES IDENTIFICADAS	
ATIVIDADE	CRÍTICIS
Projeto de 1ª e 2ª fase	Consultar as paredes referentes à medição das paredes
Projeto estrutural	Consultar no projeto estrutural as dimensões referentes aos reforços estruturais e de armadura das paredes (isto geralmente é fornecido de forma de aço)
Transportar blocos de concreto, geralmente verificar a disponibilidade de blocos armados (ou elementos pré-fabricados) e o transporte das paredes (isto geralmente é fornecido de forma de aço)	
BOAS PRÁTICAS	
ATIVIDADE	CRÍTICIS
Transportar equipamentos, EPIs	Disponibilizar todos os equipamentos de apoio e EPIs antes de início de serviço
Conferir prumo e nível	Apresentar cada fase, conferir constantemente o alinhamento e o prumo
Verificar se o local de trabalho	Mantém o local de trabalho limpo de detritos
está limpo	Manter o local de trabalho limpo de detritos

ATIVIDADES FALHAS (LEVES)

ATIVIDADES FALHAS (LEVES)	DESCRIÇÃO
Utilizar como referência a parte mais alta da laje se não estiver nivelada	- O nívelamento pode ser realizado durante a concretagem ou antes de assentamento (verifique antecipado)
	- Não gerar rebatidos por paredes fora de alinhamento no prumo
	- Deve haver uma preocupação no início da obra
Se faltarem ferramentas ou EPIs, retornar ao serviço logo que adquiridos	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Faltou a parede quando faltavam paredes (uma a nível devem ser conferidas a constantemente fora de nível eixo prumo)	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Não houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Mantém as ferramentas sempre no local de trabalho	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Deve garantir conservação e durabilidade
Armazenar todos os blocos no regime central da laje	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Deve garantir conservação e durabilidade
Se não há uma preocupação de equipamentos, retornar a situação após a entrega	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida

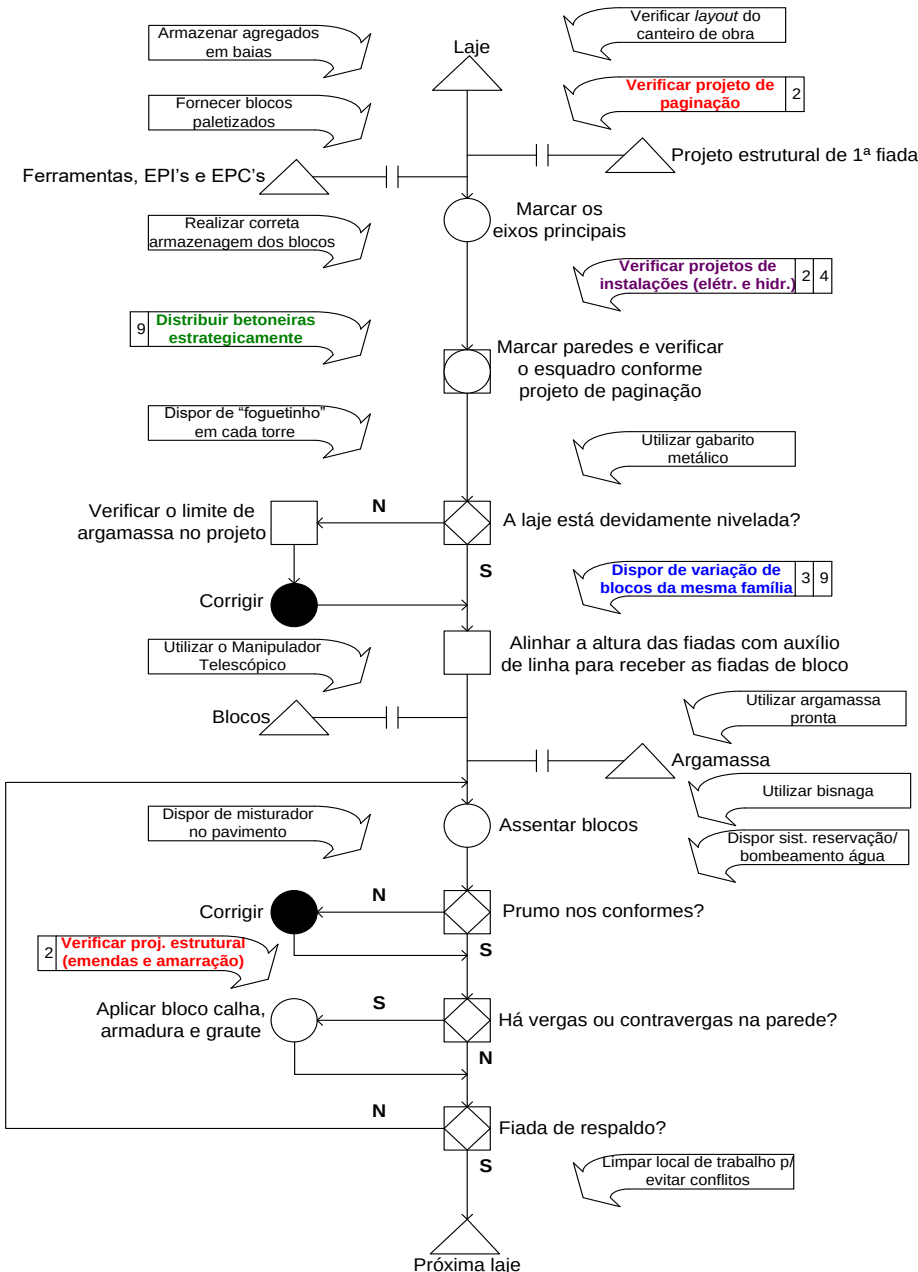
ATIVIDADES FALHAS (GRAVES)

ATIVIDADES FALHAS (GRAVES)	DESCRIÇÃO
Se faltarem blocos ou argamassa, retornar a serviço após aquisição	- Deve haver uma preocupação no início da obra
	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Produzir mais a quantidade de argamassa necessária para a obra de referência	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Utilizar blocos de concreto com largura superior a 10cm	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Utilizar argamassa com largura superior a 10cm	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Retornar a serviço somente após os projetos serem concluídos	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Quilômetros deslocamento a mais (mais de 100m) para a obra	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Retornar a serviço somente após os projetos serem concluídos	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Retornar a serviço somente após os projetos serem concluídos	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida
Retornar a serviço somente após os projetos serem concluídos	- O EPI 10 obrigatório de EPIs
	- Se houve retardo, subentende-se que a atividade foi interrompida

7. Contribuições

- Quais foram as principais contribuições para o seu conhecimento após a participação no jogo?
- Você considera viável a adoção dessas atividades no cotidiano de obras em que você trabalha?
- Você teve alguma dificuldade para a compreensão do jogo? Cite quais foram.
- Você teria alguma sugestão para a melhoria do jogo? Quais?
- Outras sugestões/críticas.

Apêndice D – Fluxograma para o processo construtivo de elevação da alvenaria estrutural com atividades facilitadoras e demais boas práticas inseridas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice E – Lista de boas práticas para o processo construtivo de elevação da alvenaria

ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE E (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRICÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA (S) DE PERDA ASSOCIADA (S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE FACILITADO RA)	CATEGORIA DE AFELICIAÇÃO (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA
1	2,15%	Caso as condições climáticas não permitam o trabalho, interromper o serviço e deslocar a equipe.	Interromper o serviço no caso das condições climáticas não permitam o trabalho, de forma a aproveitar a equipe em outras frentes de serviço. Para Santos (2004), esta é uma análise de restrição incontrolável e independente, devendo a equipe de planejamento, sempre que possível, consultar	Falha na programação de tarefas	Evita mão de obra ociosa e o atraso dos serviços.	Controle focado no processo global, Aumento da flexibilidade de saída	<i>Making-do</i> , Espera	Não	Preparação do trabalho	Tático	Santos (2004)

			condições de tempo e preparar processos reservas.								
2	1,61%	Proteger os serviços próximos às fachadas com telas para evitar respingo de materiais.	A elevação da alvenaria na periferia ou em suas proximidades pode causar respingos em carros ou construções vizinhas.	Interrupções, deslocamento de operários	Evita deslocamento de operários para limpeza de veículos ou imóveis vizinhos.	Aumento da transparência do processo	Movimentação	Sim	Proteção dos serviços	Operacional	Santos (2004)
3	5,38%	Definir os pacotes de trabalho para evitar interrupções com perda da qualidade do produto executado.	Definir bem os pacotes de trabalho a serem executados. Exemplo: Definir o local de fixação dos caixões de porta já na marcação da primeira fiada.	Interrupções, perda de qualidade, falha na programação de tarefas	Favorece a continuidade e do fluxo.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto	Processamento, Espera	Sim	Sequenciamento	Tático	Santos (2004)
4	3,23%	Verificar o nivelamento da superfície antes de iniciar o	Pode gerar necessidade de ajustar o plano de assentamento antes da	Interrupções, frente de trabalho não liberada	Favorece a continuidade e do fluxo.	Introdução de melhoria contínua no processo	Espera	Sim	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)

		serviço para evitar interrupções durante o assentamento.	marcação da primeira fiada.								
5	4,84%	Conferir o serviço a cada etapa de execução para evitar retrabalhos por erros construtivos.	Como o serviço é verificado por etapa, há um maior controle de qualidade do processo.	Retrabalhos, perda de qualidade	Maior qualidade do produto final.	Introdução de melhoria contínua no processo, Controle focado no processo global	Processamento	Não	Conferência do trabalho	Operacional	Santos (2004)
6	1,08%	Verificar qualidade do serviço precedente.	Controle de qualidade antes do início dos serviços.	Perda de qualidade	Maior qualidade do produto final.	Introdução de melhoria contínua no processo	Processamento	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)
7	8,60%	Verificar qualidade do material recebido (coloração, quebras, empenas ou inconsistências).	O material pode ter sido danificado durante o transporte até o canteiro ou podem haver falhas com perda de qualidade oriunda da fábrica durante o	Perda de qualidade, desperdício de material	Maior qualidade do produto final, evitando desperdícios devido à existência de materiais inutilizáveis.	Introdução de melhoria contínua no processo	Defeitos, Transporte	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)

			processo de produção. A falta de conferência pode gerar desperdício de material.								
8	3,76%	Determinar por onde vai iniciar o serviço.	Definir o início de cada serviço. A elevação da alvenaria externa pode ser priorizada, de forma a garantir a segurança dos funcionários. É importante que seja definido no planejamento de curto prazo.	Falha na programação de tarefas	Início dos pacotes de trabalho bem definidos, de forma a evitar atraso para o início dos serviços.	Redução do tempo de ciclo	Making-do, Espera	Não	Sequenciamento	Tático	Santos (2004)
9	2,15%	Manter local de trabalho limpo para que fique visível somente o serviço a ser executado	Realizar limpeza no local de execução dos serviços durante e após o processo de produção.	Perda de qualidade	Mantém o local de trabalho limpo, proporcionando maior transparência ao processo e bem estar	Aumento da transparência do processo	Processamento	Não	Conflito espacial	Operacional	Santos (2004)

		e seus materiais.			aos operários.						
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHADOR PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE E FACILITADORA)	CATEGORIA DE AFRONTAMENTO (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA
10	8,60%	Disponibilizar os equipamentos de segurança individual necessários.	Fornecer aos operários os EPI's necessários à execução dos serviços (capacete, bota, luva, etc.) bem como exigir o seu uso.	Interrupções	Evita afastamento de funcionários devido a acidentes de trabalho.	Aumento da transparência do processo	Espera	Sim	Proteção dos operários	Operacional	Santos (2004)
11	7,53%	Armazenar adequadamente as	Dispor de local apropriado para a correta	Perda de qualidade	Preserva a qualidade do material até a sua	Introdução de melhoria	Estoque, Defeitos	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)

		peças para evitar quebras ou empenas.	armazenagem dos materiais a serem utilizados.		aplicação final.	continua no processo					
12	8,60%	Disponibilizar peças e ferramentas de apoio antes do início do serviço.	Antes de iniciar os serviços, todas as peças e ferramentas apropriadas devem ser fornecidas e estar em boas condições de utilização.	Perda de qualidade, baixa produtividade	Proporcionar aos operários condições adequadas para execução dos serviços, favorecendo a qualidade do produto final e a elevação da produtividade.	Introdução de melhoria contínua no processo	<i>Making-do</i> , Processamento	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)
13	1,61%	Proteger serviços de inversão de prioridade para evitar correções com novas visitas.	Alteração da ordem de execução, levando ao aumento do número de visitas ao posto de trabalho para conclusão do processo. Deve-se investigar a alteração na	Retrabalho, falha na programação de tarefas	Evita retrabalhos e novas visitas ao posto de trabalho.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto	Processamento	Não	Proteção dos serviços	Tático	Santos (2004)

			ordem de execução para evitar confrontos.								
14	6,45%	Observar a preparação antecipada de argamassa.	Garantir que a argamassa esteja disponível quando solicitada.	Interrupções	Previne a ocorrência de paradas, garantindo a continuidade do fluxo.	Controle focado no processo global, Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	Making-do, Espera	Sim	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)
15	6,45%	Observar os meios de transporte para levar a argamassa até o local de trabalho.	Garantir que seja realizado o transporte da argamassa até o local do serviço sem barreiras.	Falha na programação de tarefas	Previne a ocorrência de paradas, garantindo a continuidade do fluxo.	Controle focado no processo global, Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	Making-do, Espera	Não	Acesso	Operacional	Santos (2004)
16	1,08%	Armazenar e distribuir materiais e ferramentas	Armazenagem adequada dos materiais e ferramentas de forma a garantir a sua	Desperdício de material, perda de qualidade, ferramentas com	Maior durabilidade das ferramentas e dos materiais,	Introdução de melhoria contínua no processo	Estoque, Processamento	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)

		as de forma adequada .	conservação e durabilidade.	problemas ou sem condições de uso	que preservam sua qualidade até a sua aplicação.						
17	0,54%	Observar a preparação o antecipada das fôrmas.	Garantir que as fôrmas estejam disponíveis quando solicitadas.	Interrupções	Evita paradas, garantindo a continuidade e do fluxo.	Controle focado no processo global, Manutenção o de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	<i>Making-do, Espera</i>	Sim	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)
18	0,54%	Observar os meios de transporte para levar as fôrmas até o local de trabalho.	Garantir que seja realizado o transporte das fôrmas até o local do serviço sem barreiras.	Falha na programação de tarefas	Evita paradas, garantindo a continuidade e do fluxo.	Controle focado no processo global, Manutenção o de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	<i>Making-do, Espera</i>	Não	Acesso	Operacional	Santos (2004)

ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE E FACILITADORA)	CATEGORIA DE AFINALIZAÇÃO (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA
19	0,54%	Verificar se os elementos pré-moldados têm em estoque ou se é necessário produzir.	Verificar a disponibilidade de vergas e contravergas no estoque da obra e se são suficientes para o serviço programado.	Interrupções, falta de material, falha na programação de tarefas, frente de trabalho não liberada	Previne a ocorrência de falta de material quando solicitado, evitando paradas e reprogramações de atividades.	Redução do tempo de ciclo	Superprodução, Espera, <i>Making-do</i>	Sim	Preparação do trabalho	Operacional	Santos e Heineck (2006)
20	0,54%	Observar projeto de alvenaria quanto à altura de peitoris, espessura das juntas, quantidade	Ter uma noção geral do projeto de alvenaria após a locação da primeira fiada, observando os principais	Retrabalho, perda de qualidade, interrupções.	Evita paradas e retrabalhos, proporcionando maior qualidade à parede pronta.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto	Processamento, Espera	Sim	Projeto	Operacional	Santos e Heineck (2006)

		e de fiadas, dimensões de vergas e contravergas.	aspectos construtivos a serem considerados durante a execução da parede.								
21	0,54%	Construir guarda-corpo.	Medida de proteção periférica que visa assegurar o tráfego seguro dos operários na laje, impondo barreiras físicas contra queda nas aberturas. É fundamental a construção do guarda-corpo antes de iniciar os serviços.	Interrupções	Previne a ocorrência de afastamento de funcionários devido a acidentes de trabalho.	Aumento da transparência do processo	Espera	Sim	Proteção dos operários	Operacional	Santos (2004)
22	0,54%	Montar andaimes metálicos reguláveis.	Montar os elementos apropriados necessários para execução de serviço em altura quando necessário. Recomenda-	Perda de qualidade, baixa produtividade	Proporcionar ao operário alcance de toda a altura da parede até o final do processo de	Redução do tempo de ciclo, Introdução de melhoria contínua no processo	Making-do, Processamento	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)

			se a utilização de andaimes metálicos, que possuem maior facilidade de montagem e regulagem de altura.		elevação, favorecendo o ganho de qualidade do produto final.						
23	0,54%	Liberar fachada de elevadores provisórios.	Ao executar a alvenaria externa, a liberação da fachada de elevadores provisórios é necessária para o fechamento do serviço.	Interrupções, falha na programação de tarefas, frente de trabalho não liberada	Previne atrasos no cronograma e paradas.	Redução do tempo de ciclo	<i>Making-do, Espera</i>	Sim	Programação de obra	Tático	Santos (2004)
24	0,54%	Aprumar os blocos de canto.	Verificar o alinhamento vertical dos blocos de fechamento da parede.	Retrabalhos, perda de qualidade	Proporcionam a maior qualidade ao produto final, evitando enchimentos com argamassa ou quebras.	Aumento do valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes	Processamento	Não	Conferência do trabalho	Operacional	Santos (2004)

25	0,54%	Verificar se existe elemento pré-moldado.	Verificar pelo projeto se há vergas ou contravergas ao executar as fiadas.	Retrabalhos, perda de qualidade, interrupções	Previne a ocorrência de retrabalhos e fissuras na estrutura caso as vergas ou contravergas não sejam instaladas quando exigido no projeto.	Simplificação pela redução do número de passos ou partes	Processamento	Sim	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)
26	0,54%	Limpar o local de trabalho e equipamentos.	Preservar o local de trabalho sem sujeiras antes, durante e após a execução dos serviços e manter os equipamentos limpos de forma que estejam utilizáveis para o próximo dia de trabalho.	Acúmulo de sujeira na obra e perda de equipamento por falta de cuidados na conservação.	Maior limpeza na obra e maior durabilidade dos equipamentos.	Aumento da transparência do processo	Processamento, Estoque	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)

27	1,61%	Construir cada fiada mantendo alinhamento e prumo.	Verificar de forma a garantir a verticalidade e horizontalidade da parede após a execução de cada fiada com o auxílio de prumo e régua de alumínio com nível de bolha acoplado.	Retrabalho, perda de qualidade	Evita quebras ou enchimentos com argamassa após a parede pronta, proporcionando maior qualidade ao produto final.	Aumento do valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes	Processamento	Não	Conferência do trabalho	Operacional	Santos (2004)
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE E FACILITADORA)	CATEGORIA DE AFELICITADA (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA

28	0,54%	Utilizar misturado de argamassa no pavimento.	Dispor de pelo menos um misturador de argamassa por pavimento em que se está realizando o serviço de elevação de alvenaria, de forma que a argamassa a ser utilizada seja preparada no próprio pavimento.	Perda de material e de qualidade	Maior rapidez na execução do serviço de elevação de alvenaria. Evita perda de argamassa caso seja transportada a longas distâncias e previne que a argamassa tenha suas propriedades comprometidas caso demore a ser aplicada. Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto, Simplificação pela redução do número de partes ou passos, Benchmark	Transporte, Movimentação, <i>Making-do</i> , Processamento	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2004)
29	0,54%	Utilizar argamassa industrializada.	Utilizar argamassa pronta, produto industrial a ser empregado no assentamento dos blocos.	Baixa produtividade, perda de qualidade	Maior rapidez na execução com economia de mão de obra, garantindo propriedades mecânicas e qualidade Redução da variabilidade, Benchmark	Processamento	Não	Preparação do trabalho	Tático	Santos (2013)

					do produto final.						
30	0,54%	Dispor de um reservatório de água e sistema de bombeamento.	Dispor de reservatório de água e sistema de bombeamento em cada edificação de forma que todos os pavimentos sejam abastecidos.	Perda de material e de qualidade, Baixa produtividade, aumento do fluxo de trabalho	Maior rapidez na execução, permitindo o preparo da argamassa no pavimento e evitando a perda de material quando transportado a longas distâncias e de suas propriedades caso demore a ser aplicado. Reduz o fluxo do trabalho.	Redução do tempo de ciclo, Simplificação pela redução do número de partes ou passos	Transporte, Movimentação, Processamento	Não	Preparação do trabalho	Tático	Santos (2013)

31	0,54%	Aplicar argamassa com bisnaga.	Utilizar bisnaga para aplicação de argamassa ao invés da "colher de pedreiro". Geralmente são fabricadas em lona.	Acúmulo de sujeira na obra, perda de material e de qualidade, baixa produtividade	Favorece a correta aplicação da argamassa nos blocos (ganho de qualidade) e limpeza da obra, eliminando desperdícios de argamassa e permitindo ganho de produtividade da equipe.	Introdução de melhoria contínua no processo, <i>Benchmark</i>	Processamento	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2013)
32	0,54%	Utilizar manipulador telescópico.	Também conhecido como <i>Sky Trak</i> , é um equipamento de trabalho utilizado para o transporte vertical e horizontal de materiais. O canteiro deve dispor de vias que garantam o total acesso do equipamento	Baixa produtividade	Proporcionam a maior rapidez, já que a distribuição dos materiais é feita diretamente ou próximo aos postos de trabalho, havendo redução dos fluxos de pessoas e materiais.	Redução do tempo de ciclo, Redução da parcela de atividades que não agregam valor, Simplificação pela redução do número de passos ou partes, <i>Benchmark</i>	Processamento, Espera, <i>Making-do</i>	Não	Programação de obra	Tático	Santos (2013)

			e seu tráfego seguro próximo aos operários.		Garante maior produtividade e continuidade do fluxo, já que a falta de blocos para o serviço de elevação da alvenaria é um dos gargalos do processo.						
33	0,54%	Utilizar gabarito para portas e janelas.	Gabaritos metálicos reguláveis para portas e janelas que garantem que os vãos sejam executados com medidas pré-determinadas.	Perda de material, retrabalhos, perda de qualidade, descontinuidade no fluxo de trabalho	Quando instalados desde o início, facilitam a identificação dos locais em que serão instaladas vergas e contravergas, auxiliam no nivelamento e alinhamento da alvenaria e evitam-se diversas consultas ao projeto	Redução da variabilidade, Simplificação pela redução do número de passos ou partes	Processamento, Espera	Não	Conferência do trabalho	Operacional	Santos (2013)

					ou mesmo a espera pela informação para a continuidade do trabalho. Garantem o vão com requadramento correto, evitando quebras ou ajustes.						
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE E FACILITADORA)	CATEGORIA DE AFELICIAÇÃO (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA

34	0,54%	Fornecer blocos paletizados da fábrica.	Blocos fornecidos em pilhas padronizadas sobre estrados de madeira para facilitar a armazenagem e o transporte dos mesmos.	Baixa produtividade, descontinuidades no fluxo de trabalho	Proporcionar a maior rapidez e produtividade e evita o deslocamento de equipes de operários exclusivas para o serviço de "paletização" de blocos. Facilita o transporte dos blocos para o pavimento pelo manipulador telescópico.	Redução do tempo de ciclo, Simplificação pela redução do número de partes ou passos	Espera	Não	Preparação do trabalho	Tático	Santos (2013)
35	0,54%	Utilizar o equipamento "foguetinho".	Equipamento utilizado para içar materiais diretamente para o pavimento desejado (transporte vertical). Deve estar localizado em cada torre que haja	Aumento do fluxo de trabalho, baixa produtividade	Reduz o fluxo de trabalho já que exige menor deslocamento, melhorando a produtividade das equipes.	Redução do tempo de ciclo, Simplificação pela redução do número de partes ou passos	Processamento, Espera, Making-do	Não	Acesso	Tático	Santos (2013)

			execução do serviço de elevação de alvenaria, sendo importante que esteja localizado em posição estratégica da laje, de forma a favorecer o fluxo de materiais e pessoas.								
36	0,54%	Consultar o projeto de instalações elétricas.	Dispor do projeto de instalações elétricas no local de execução dos serviços. O projeto deve estar compatibilizado com os demais (modulação, estrutural etc.).	Retrabalhos, interrupções, perda de qualidade	Evita falhas na execução das instalações e quebras para embutiment os posteriores, prevenindo a ocorrência de falhas da função estrutural dos blocos.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Making-do, Espera, Processamento	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2013)

37	0,54%	Consultar o projeto de instalações hidráulicas.	Dispor do projeto de instalações hidráulicas no local de execução dos serviços. O projeto deve estar compatibilizado com os demais (modulação, estrutural etc.).	Retrabalhos, interrupções, perda de qualidade	Evita falhas na execução das instalações e quebras para embutimento os posteriores, prevenindo a ocorrência de falhas da função estrutural dos blocos.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Processamento, <i>Making-do</i> , Espera	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2013)
38	0,54%	Utilizar tela galvanizada da conforme projeto.	Nas amarrações entre paredes, a cada duas ou três fiadas, travar a alvenaria a outras paredes usando tela tipo galvanizada, conforme exigência do projeto. As telas devem ser fixadas com a utilização de	Retrabalhos, perda de qualidade, perda de função estrutural, interrupções	Garante o travamento da estrutura e evita a ocorrência de sérias patologias, desconforto estético, infiltrações, fissuras, entre outros.	Introdução de melhoria contínua do processo	Processamento	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2013)

			um sistema de fixação à pólvora.								
39	0,54%	Executar emendas nas barras de aço conforme projeto.	Realizar correta emenda nas barras de aço para garantir a transmissão dos esforços, conforme exigências do projeto.	Retrabalhos, perda de qualidade, perda de função estrutural, interrupções	Garante a exigência dos esforços da estrutura e evita a ocorrência de trincas ou fissuras na parede pronta.	Introdução de melhoria contínua do processo	Processamento	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2013)
40	0,54%	Estocar os agregados em baias.	Armazenar os materiais em locais apropriados, separando-os por tipo. As baias devem estar localizadas próximas à central de produção.	Perda de material e de qualidade	Proporcionar a maior organização do canteiro e preservar as propriedades dos agregados, evitando espalhamento, desperdício e sua contaminação e inutilização. Facilita a carga e	Introdução de melhoria contínua no processo	Estoque	Não	Programação de obra	Tático	Santos (2013)

					descarga dos materiais estocados.						
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE E FACILITADORA)	CATEGORIA DE AFELICIAÇÃO (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA

41	0,54%	Realizar a correta armazenagem dos blocos.	Os blocos devem ser armazenados em pilhas de até 2 metros de altura e 5 metros de comprimento e estar bem distribuídos no pavimento. Os blocos devem estar localizados próximo ao local de transporte ou de execução dos serviços, não podendo ter contato direto com o solo.	Baixa produtividade, sobrecarga da estrutura, descontinuidade no fluxo de trabalho	Facilidade de transporte dos blocos e melhor controle visual. Quando os blocos encontram-se armazenados no pavimento, evita que grandes pilhas possam sobrecarregar a estrutura. Previnem ainda a criação de barreiras à livre circulação de operários.	Introdução de melhoria contínua no processo	Estoque	Não	Preparação do trabalho	Operacional	Santos (2013)
----	-------	--	---	--	---	---	---------	-----	------------------------	-------------	---------------

42	0,54%	Consultar <i>layout</i> do canteiro de obras.	Possui a visão geral da obra com todas as possíveis interferências.	Baixa produtividade, aumento de deslocamentos, aumento do fluxo de trabalho	Proporcion a visão geral da obra e as condições que venham a intervir nas atividades desenvolvidas nos pavimentos. Auxilia na análise para redução das distâncias a serem percorridas, cruzamento entre fluxos e locação das instalações do canteiro.	Controle focado no processo global	Transporte, Movimentação, Espera	Não	Projeto	Tático	Santos (2013)
43	0,54%	Dispor de betoneiras estrategicamente posicionadas.	As betoneiras devem estar estrategicamente posicionadas e em quantidade suficiente para atender à demanda existente nos	Baixa produtividade, interrupções	Maior produtividade e rapidez na produção da argamassa (gargalo do processo), evita a ociosidade	Redução do tempo de ciclo, Redução da parcela de atividades que não agregam valor, Simplificação pela	<i>Making-do</i>	Sim	Programação de obra	Tático	Santos (2013)

			locais de execução do serviço de elevação da alvenaria.		da mão de obra.	redução do número de passos ou partes					
44	0,54%	Dispor de todas as variações de blocos da mesma família conforme exigência de projeto.	Fornecer toda a família de blocos necessária para a execução da obra.	Interrupções, perda de material e de qualidade	Evita enchimentos, quebras dos blocos e, consequentemente, a geração de resíduos. Favorece o atendimento às orientações para a execução do projeto de modulação.	Aumento da flexibilidade de saída, Aumento do valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes	Processamento, <i>Making-do</i>	Sim	Projeto	Tático	Santos (2013)

45	0,54%	Executar contrapiso antecipado.	Executar o contrapiso antes da elevação da alvenaria, logo após a aplicação ou concretagem da laje.	Perda de qualidade, baixa produtividade	Facilita a movimentação (carrinhos) e permite o nivelamento para o início da elevação da alvenaria. Proporciona menos contato direto da alvenaria com a laje, evitando fissuras e descontinuidades.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor, Aumento do valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes	Espera, Processamento	Não	Programação de obra	Tático	Santos (2013)
46	0,54%	Consultar o projeto de 1ª e 2ª fiada.	Dispor do projeto local de execução dos serviços.	Retrabalhos, interrupções, perda de qualidade	Evita falhas na execução das fiadas que podem gerar quebras ou enchimentos. Favorece a correta execução da modulação e utilização dos blocos apropriados para casa	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Making-do, Processamento	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2013)

					situação. Favorece ainda a fiel obediência ao projeto.						
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDA DE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÃO S CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGE M (CASO A ATIVIDADE E SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO (S) LEAN RELACION ADO(S) (KOSKELA , 1992)	CATEGORI A(S) DE PERDA ASSOCIAD A(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALH O PODE SER INTERRO MPIDO? (SIM- ATIVIDADE E FACILITAD ORA)	CATEGOR IA DE AF RELACIONA DA (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUIC O DO PLANE JAMENTO	FONTE DE PESQUISA
47	0,54%	Consultar os projetos de modulação.	Dispor do projeto local de execução dos serviços.	Retrabalhos, interrupções, perda de qualidade	Evita falhas na execução das paredes e utilização dos blocos apropriados para cada situação (evita que	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Processamento, <i>Making-do</i>	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2013)

					haja quebra de blocos mesmo havendo blocos diferenciados disponíveis).						
48	1,08%	Consultar projeto de paginação .	Dispor do projeto de paginação no local de execução dos serviços. É importante que esteja compatibilizado com os demais projetos.	Retrabalhos, interrupções, perda de qualidade	Evita quebras ou enchimentos de blocos. Quando compatibilizado, facilita a distribuição dos eletrodutos e caixas de passagem do sistema de instalação elétrica e das tubulações e registros da instalação hidráulica.	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Processamento, <i>Making-do</i>	Sim	Projeto	Operacional	Santos (2004)

49	0,54%	Disponibilizar de equipe de pedreiros polivalentes.	Disponibilizar de equipes que mesmo executando os serviços de marcação, elevação de alvenaria e embutimento de instalações.	Perda de qualidade, baixa produtividade	Garantia da execução dos serviços conforme projeto (ganho de qualidade). Economia de mão de obra.	Redução do tempo de ciclo	Processamento, <i>Making-do</i> , Espera	Não	Programação de obra	Tático	Santos (2013)
50	0,54%	Disponibilizar de elevador de fachada exclusivo para o transporte de blocos ao pavimento.	Para os empreendimentos que não possuem manipulador telescópico, disponibilizar de elevador de fachada exclusivo para o transporte de blocos ao pavimento.	Aumento do fluxo de trabalho, baixa produtividade	Maior rapidez e transporte de blocos mais próximos aos postos de trabalho. Redução do fluxo de trabalho e ganho de produtividade.	Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões, Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto	Espera, Processamento	Não	Programação de obra	Tático	Santos (2013)

51	0,54%	Instalar bandejas de segurança	Equipamento de uso obrigatório para construção de edifícios de 4 pavimentos ou mais, ou altura equivalente.	Interrupções	Maior segurança dos operários contra quedas de materiais, evitando afastamento de funcionários devido a acidentes de trabalho.	Aumento da transparência do processo	Espera	Sim	Proteção dos operários	Operacional	Santos (2013)
52	0,54%	Preparar blocos antes do assentamento para fixação de caixas de passagem elétrica.	Os blocos nos quais há passagem de instalações elétricas deverão ser cortados com serra de bancada com disco refratário e chumbadas as caixas elétricas em uma central de produção antes do assentamento.	Perda de material, perda de qualidade	Reduzir a produção de resíduos, agilizar a execução das paredes, evitar quebras de blocos já assentados	Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões, Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto	Processamento, Espera	Não	Sequenciamento	Operacional	Santos (2013)

53	0,54%	Aplicar corretamente a argamassa nos blocos (nas paredes transversais e longitudinais dos blocos).	Ao assentar os blocos, a argamassa deve ser aplicada em dois filetes de argamassa, sendo um na face e outro entre o topo e o fundo do bloco (paredes transversais e longitudinais).	Perda de qualidade e da função estrutural	A correta aplicação da argamassa na alvenaria estrutural é fundamental para que haja a correta transmissão e distribuição uniforme de esforços entre os blocos, evitando fissuras e perda da função estrutural.	Introdução de melhoria contínua no processo	Processamento	Não	Proteção dos serviços	Operacional	SENAI (2003)
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO (S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE)	CATEGORIA DE AFELICITADA (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA

								FACILITADORA)			
54	0,54%	Limpar as juntas de argamassa (sobras) com esponja umedecida.	Depois do assentamento da alvenaria, limpar as juntas de argamassa com a utilização de uma esponja umedecida retirando o excesso de argamassa entre os blocos assentados.	Perda de qualidade	Favorece o ganho de qualidade ao produto final, proporcionando uma parede mais lisa e plana para a execução dos serviços de reboco pelas equipes responsáveis.	Introdução de melhoria contínua no processo	Processamento	Não	Proteção dos serviços	Operacional	SENAI (2003)
55	0,54%	Realizar o correto recebimento dos blocos.	Ao receber os blocos, conferir a quantidade solicitada na ordem de compra e verificar a conformidade das	Perda de qualidade, desperdício de material	Maior qualidade do produto final, evitando desperdícios devido à existência de materiais	Introdução de melhoria contínua no processo	Transporte, Superprodução, Defeitos	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)

			dimensões, planicidade das faces, desvio em relação ao esquadro, existência de trincas, quebras, fraturas, deformações e não uniformidade de cor, rejeitando ou aceitando o lote conforme verificação.		inutilizáveis						
56	0,54%	Realizar o correto recebimento do cimento.	Ao receber os sacos de cimento, conferir a quantidade solicitada na ordem de compra e verificar a conformidade de marca, nome do fabricante, tipo e classe do cimento, massa líquida do saco, selo de conformidade ABCP, prazo	Perda de qualidade, desperdício de material	Maior qualidade do produto final, evitando desperdícios devido à existência de materiais inutilizáveis .	Introdução de melhoria contínua no processo	Transporte, Superprodução, Defeitos	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)

			de validade, verificando ainda se os sacos estão em bom estado de conservação, não apresentando rasgos, furos, umidade, manchas por impregnação de produtos estranhos e material empedrado, rejeitando ou aceitando o lote conforme verificação.								
57	0,54%	Realizar o correto recebimento da argamassa industrializada.	Ao receber os sacos de argamassa industrializada, conferir a quantidade solicitada na ordem de compra e verificar a conformidade de marca, nome do fabricante, tipo e classe da argamassa,	Perda de qualidade, desperdício de material	Maior qualidade do produto final, evitando desperdícios devido à existência de materiais inutilizáveis.	Introdução de melhoria contínua no processo	Transporte, Superprodução, Defeitos	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)

			massa líquida do saco, selo de conformidade ABCP, verificando se os sacos estão em bom estado de conservação, não apresentando rasgos, furos, umidade e prazo de validade vencido, rejeitando ou aceitando o lote conforme verificação.								
58	0,54%	Realizar o correto recebimento da areia.	Ao receber o lote, realizar a cubagem do material para verificação da quantidade recebida e verificar a conformidade da granulometria, cor, existência de impurezas, inchamento ou outros materiais	Perda de qualidade, desperdício de material	Maior qualidade do produto final, evitando desperdícios devido à existência de materiais inutilizáveis.	Introdução de melhoria contínua no processo	Transporte, Superprodução, Defeitos	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)

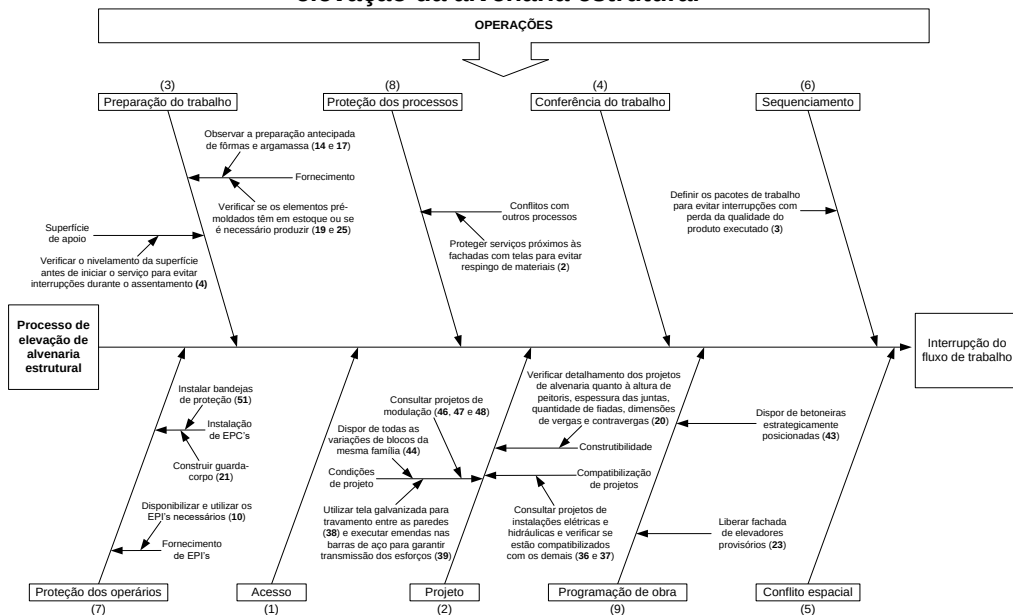
			estranhos ao produto, rejeitando ou aceitando o lote conforme verificação.								
ITEM	FREQ. (%)	ATIVIDADE (BOA PRÁTICA)	DESCRIÇÃO	CAUSAS (RESTRIÇÕES CASO A ATIVIDADE NÃO SEJA POSTA EM PRÁTICA)	VANTAGEM (CASO A ATIVIDADE SEJA UTILIZADA)	PRINCÍPIO(S) LEAN RELACIONADO(S) (KOSKELA, 1992)	CATEGORIA(S) DE PERDA ASSOCIADA(S) - SHINGO (1996) e KOSKELA (2004)	SE NÃO UTILIZAR A ATIVIDADE, O TRABALHO PODE SER INTERROMPIDO? (SIM-ATIVIDADE E FACILITADORA)	CATEGORIA DE AFELICITADA (SANTOS, 2004)	NÍVEL HIERÁRQUICO DO PLANEJAMENTO	FONTE DE PESQUISA
59	0,54%	Observar o correto armazenamento dos sacos de cimento.	Todos os sacos devem ser armazenados por um período de no máximo 30 dias em pilhas de até 10 sacos, sobre estrado de madeira, em local fechado e	Perda de material e de qualidade	Proporcionar a maior organização do canteiro e preservar as propriedades do material até a sua aplicação, evitando espalhamento,	Introdução de melhoria contínua no processo	Estoque	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)

			isento de umidade.		desperdício e sua contaminação e inutilização. Facilita a carga e descarga dos materiais estocados.						
60	0,54%	Observar o correto armazenamento dos sacos de argamassa industrializada.	Todos os sacos devem ser armazenados em pilhas de até 10 sacos, sobre estrado de madeira, em local coberto e com ausência de umidade.	Perda de material e de qualidade	Proporcion a maior organização do canteiro e preserva as propriedades do material até a sua aplicação, evitando espalhamento, desperdício e sua contaminação e inutilização. Facilita a carga e descarga dos materiais estocados.	Introdução de melhoria contínua no processo	Estoque	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)

61	0,54%	Observar o correto armazenamento da areia.	A areia deve ser depositada em local limpo, próximo da central de produção de argamassa e estar armazenada em baías separadas e identificadas pela sua granulometria, evitando espalhamento e desperdício.	Perda de material e de qualidade	Proporcionar a maior organização do canteiro e preservar as propriedades do material até a sua aplicação, evitando espalhamento, desperdício e sua contaminação e inutilização. Facilita a carga e descarga dos materiais estocados.	Introdução de melhoria contínua no processo	Estoque	Não	Preparação do trabalho	Operacional	SENAI (2003)
62	0,54%	Fornecer os blocos tipo canaletas prontos para assentamento.	Os blocos tipo canaleta chegam normalmente com as paredes (plaquetas) marcadas para serem removidas antes do	Perda de material e de qualidade	Protege a execução do serviço de elevação ao evitar a quebra de blocos ao remover as suas plaquetas.	Introdução de melhoria contínua no processo	Defeitos, Processamento	Não	Preparação do trabalho	Tático	Tauil e Nese (2010)

			assentamento.								
63	0,54%	Criar vias de acesso para a circulação do manipulador telescópico e de outros equipamentos utilizados para o transporte de insumos.	Criar condições de circulação segura e eficiente que facilitem a movimentação e o acesso dos equipamentos utilizados para o transporte dos insumos.	Baixa produtividade, falha na programação de tarefas	Favorece o livre acesso de materiais e o alcance do manipulador até o pavimento desejado.	Redução do tempo de ciclo, Redução da parcela de atividades que não agregam valor, Simplificação pela redução do número de passos ou partes	Processamento, Espera, <i>Making-do</i>	Não	Acesso	Tático	Santos (2013)

Apêndice F – Diagrama de Ishikawa para identificar boas práticas na elevação da alvenaria estrutural



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice G – *Checklist* de boas práticas para o processo construtivo de elevação de alvenaria estrutural após submissão para validação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PROEC

Checklist validado pelo Professor Luiz Fernando M. Heineck, a ser aplicado em canteiros de obra de alvenaria estrutural, elaborado pelo aluno de mestrado do PROEC Victor Felix de Mesquita, sob orientação da Professora Débora de Gois Santos.

A elaboração e aplicação do *checklist* fazem parte da metodologia da pesquisa intitulada como “Desenvolvimento de Jogo Didático para Tornar Prático o Uso das Atividades que Contribuem para a Melhoria de Processo: Elevação da Alvenaria Estrutural”

As atividades foram selecionadas a partir de lista de boas práticas (Apêndice E) extraídas de fontes diversas (fluxogramas elaborados em estudos de caso, pesquisas de iniciação científica, livros, teses, dissertações, entre outras), às quais se aplicou Diagrama de *Ishikawa* (Apêndice F) para realizar a seleção daquelas atividades mais relevantes para a pesquisa. As atividades a seguir encontram-se divididas de acordo com as categorias de AF's propostas por Santos (2004).

O presente *checklist* contém, além das atividades e opções de atribuição ao grau de importância, os objetivos de cada atividade, que serviram somente para efeitos de validação, sendo estes suprimidos durante a fase de aplicação. Identificaram-se ainda as atividades facilitadoras. Desta forma, para a aplicação deste *checklist* aos gerentes de obras, foram apresentadas somente as colunas “Número do item”, “Atividade” e a escala de importância à qual o gerente atribuiu a utilização de cada atividade

("Nenhuma importância", "Pouco importante", "Indiferente", "Importante" e "Muito importante"), as quais deveriam ser assinaladas com um "X".

CHECKLIST PARA ANÁLISE DO NÍVEL DE APLICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Preenchida por:

DADOS RELATIVOS À OBRA VISITADA	
Nome da construtora: _____	
Endereço: _____ Cidade: _____	
Identificação da Obra: _____ Tipo de Obra: ☐ Residencial ☐ Comercial	
Área projetada: _____ Nº de pavimentos: _____ Nº de operários: _____	
Fase da obra: _____	

1 ACESSO

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
1.1	Observar as condições de transporte para levar a argamassa e as fôrmas até o local de trabalho.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa realiza, sem barreiras físicas, o transporte da argamassa e das fôrmas até o local de execução dos serviços de elevação de alvenaria.					
1.2	Criar vias de acesso para a circulação do manipulador telescópico e de outros equipamentos utilizados para o transporte de insumos (blocos, cimento, argamassa, etc.).	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐

	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa preocupa-se em criar condições de circulação segura e eficiente que facilitem a movimentação e o acesso dos equipamentos utilizados para o transporte dos insumos.					
1.3	Utilizar equipamento de transporte vertical (foguetinho, elevador, etc.).	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação em utilizar equipamento de apoio para içar materiais diretamente para o pavimento desejado, se ele é fornecido em quantidade suficiente e se está estrategicamente posicionado na laje, de forma a favorecer o fluxo de materiais e pessoas durante o processo de elevação dos blocos.					

2 PROJETO

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
2.1	Consultar o projeto que contém o <i>layout</i> do canteiro antes e durante a obra, caso sejam necessárias modificações físicas das suas instalações.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa preocupa-se em obter uma visão geral da obra e em estar ciente das condições que venham a intervir nas atividades de elevação de alvenaria desenvolvidas nos pavimentos, já que o <i>layout</i> auxilia na análise para redução das distâncias a serem percorridas, no cruzamento entre os fluxos e na locação das instalações do canteiro, antes da obra ou caso sejam necessárias modificações físicas das instalações do canteiro.					
2.2	Dispor, no local da obra, de todas as variações de blocos necessárias da mesma família, conforme exigência de projeto.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se a construtora atende às orientações para a execução do projeto de modulação, evitando quebras de blocos ou enchimentos. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					
2.3	Consultar todos os projetos referentes à modulação das	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐

	paredes (1ª e 2ª fiada e paginação detalhada de paredes) antes e durante o assentamento dos blocos.	☐	☐	☐	☐	☐
Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa disponibiliza os projetos de modulação no local de execução dos serviços e se eles são consultados antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.						

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
		Nenhuma importância	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
2.4	Consultar, pelos projetos, os detalhes referentes aos reforços estruturais e de amarração das paredes (tela galvanizada e emendas de barras de aço), antes e durante o assentamento dos blocos.	☐	☐	☐	☐	☐
Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa disponibiliza os projetos que contém os detalhes referentes aos reforços estruturais e de amarração no local de execução dos serviços e se eles são consultados antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.						
2.5	Consultar os projetos de instalações elétricas e hidráulicas, devidamente compatibilizados com os projetos de modulação e estrutural, antes e durante o serviço de assentamento dos blocos.	☐	☐	☐	☐	☐
Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa disponibiliza os projetos de instalações compatibilizados com os demais e se eles são consultados antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.						

3 PREPARAÇÃO DO TRABALHO

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
3.1	Disponibilizar todas as peças e as ferramentas de apoio antes do início do serviço e exigir limpeza e armazenagem adequada após a sua utilização.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa proporciona aos operários condições adequadas para execução dos serviços de elevação da alvenaria, favorecendo o aumento da produtividade, a durabilidade das ferramentas de apoio e a qualidade do produto final.					
3.2	Quando as condições climáticas não permitirem a execução dos serviços, tomar providências no sentido de interromper o serviço e deslocar a equipe.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa aproveita a equipe em outras frentes de serviço quando as condições climáticas não permitem a elevação da alvenaria estrutural, verificando, ainda, se a equipe responsável pelo planejamento de curto prazo está preparada para, sempre que possível, consultar condições de tempo e preparar processos reservas.					
3.3	Preparar antecipadamente a argamassa e as fôrmas (quando necessárias).	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa garante o fornecimento da argamassa e das fôrmas, de forma que elas estejam disponíveis quando solicitadas durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
3.4	Verificar a disponibilidade dos elementos especiais (blocos calha) e/ou pré-moldados (vergas e contravergas) no estoque, tomando medidas caso seja necessário produzir mais unidades.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa tem em estoque blocos calha e/ou elementos pré-moldados em quantidade suficiente para iniciar a produção, evitando paradas e reprogramações de atividades. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					
3.5	Utilizar um reservatório de água com sistema de bombeamento para cada edificação.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa utiliza o sistema de armazenagem e bombeamento de água diretamente para o pavimento em que está havendo elevação da alvenaria, proporcionando maior rapidez e permitindo o preparo da argamassa no próprio pavimento, evitando interferências no fluxo de trabalho, a perda de material quando transportado a longas distâncias e de suas propriedades caso demore a ser aplicado.					
3.6	Disponibilizar misturador (es) de argamassa no pavimento em que está havendo o serviço de elevação.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa dispõe de, no mínimo, um misturador de argamassa por pavimento em que se está realizando o serviço de elevação de alvenaria, de forma que a argamassa seja preparada no pavimento.					
3.7	Utilizar blocos "paletizados" de fábrica.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa solicita ao fornecedor o recebimento dos blocos em pilhas padronizadas sobre estrados de madeira para facilitar a					

	armazenagem e o transporte dos mesmos, principalmente se a obra dispuser de manipulador telescópico.					
3.8	Fornecer os blocos tipo canaleta prontos para assentamento.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se há quebra de blocos tipo canaleta com possibilidade de perda de material, já que esse tipo de bloco vem normalmente com as plaquetas marcadas para remoção antes do assentamento, o que pode causar a inutilização do bloco.					
3.9	Utilizar andaime metálico regulável para possibilitar o alcance pelos operários de toda a parede a ser elevada.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se durante o processo de elevação da alvenaria há preocupação com a rapidez e qualidade da execução dos serviços através da utilização de andaime metálico, caracterizado pela agilidade e praticidade na montagem e utilização.					

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
3.10	Durante o assentamento da alvenaria, aplicar a argamassa com ferramenta apropriada, diferente da colher de pedreiro.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se durante o processo de assentamento dos blocos é levada em consideração a fácil e correta aplicação da argamassa, contribuindo para a limpeza da obra, eliminação de perdas de material, e consequente ganho de qualidade e produtividade, que seria mais difícil com a utilização de colher de pedreiro. As ferramentas podem ser bisnaga, régua, colher meia calha, entre outras.					
3.11	Realizar o recebimento e a armazenagem dos insumos considerando os seguintes	Nenhuma importância	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante

	critérios: qualidade do material recebido, conferência com relação à quantidade e tipo solicitados, estado de conservação do material e seu armazenamento adequado.	☐	☐	☐	☐	☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação no correto recebimento e adequada armazenagem do material a ser utilizado no processo de elevação da alvenaria (blocos, areia, sacos de cimento, sacos de argamassa industrializada, entre outros), de forma que sejam preservadas as características e propriedades dos materiais desde o recebimento e armazenagem até a sua aplicação final.					

4 CONFERÊNCIA DO TRABALHO

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
4.1	Ao executar cada fiada, conferir constantemente o alinhamento e o prumo.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se, durante o processo de elevação da alvenaria, há preocupação constante em manter a conformidade da parede, evitando retrabalhos por erros construtivos.					
4.2	Utilizar gabaritos para portas e janelas.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar a preocupação da construtora em utilizar meios práticos para assegurar que as dimensões dos vãos destinados à instalação de esquadrias sejam executados de acordo com o projeto, ao garantir vãos com reenquadramento correto, evitar quebras ou ajustes com argamassa, facilitar a identificação dos locais em que serão instaladas vergas e contravergas, auxiliar no nivelamento e alinhamento da alvenaria e evitar diversas consultas ao projeto ou mesmo a espera pela informação para a continuidade do trabalho.					

5 CONFLITO ESPACIAL

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
5.1	Manter o local de trabalho limpo de maneira que fique visível somente o serviço a ser executado e seus materiais.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se é realizada limpeza no local de execução dos serviços de elevação da alvenaria durante e após o processo de produção, evitando conflitos e, consequentemente, proporcionando maior transparência ao processo e bem estar aos operários.					

6 SEQUENCIAMENTO

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
6.1	Definir bem e os pacotes de trabalho e apresentar de forma clara os locais por onde os serviços vão iniciar.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se há preocupação da empresa em evitar interrupções com perda da qualidade do produto executado. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					
6.2	Antes do assentamento, preparar previamente os blocos que apresentam passagem elétrica (blocos cortados e caixas chumbadas).	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação em reduzir a produção de resíduos, agilizar a execução das paredes e evitar quebras de blocos já assentados e retrabalhos, assegurando ganho de qualidade.					

7 PROTEÇÃO DOS OPERÁRIOS

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
7.1	Disponibilizar todos os equipamentos de proteção individual necessários.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se os EPI's são fornecidos e utilizados nos serviços de elevação da alvenaria, reduzindo a possibilidade de afastamentos de funcionários devido a acidentes de trabalho, o que poderia causar descontinuidades no fluxo.					
7.2	Instalar os equipamentos de proteção coletiva (conforme NR-18) em toda a edificação.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa atende às normas de segurança do Ministério do Trabalho e Emprego, utilizando guarda-corpo, bandejas de segurança, linha da vida, etc., prevenindo ainda a ocorrência de afastamentos de funcionários devido a acidentes de trabalho, que poderiam causar descontinuidades no fluxo. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					

8 PROTEÇÃO DOS PROCESSOS

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
8.1	Proteger os serviços próximos às fachadas com telas para evitar respingo de materiais durante o assentamento.	Nenhuma importância ☐	Pouco importante ☐	Indiferente ☐	Importante ☐	Muito importante ☐
	Objetivo da boa prática: Analisar se empresa adota medidas no sentido de evitar deslocamentos de operários para limpeza de veículos ou imóveis vizinhos, ou no sentido contrário, da fachada para o pavimento. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					

9 PROGRAMAÇÃO DE OBRA

Nº	ATIVIDADE	ESCALA DE IMPORTÂNCIA				
		Nenhuma importância	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
9.1	Executar o contrapiso antecipadamente à elevação das paredes.	☐	☐	☐	☐	☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação em executar o contrapiso antecipadamente, assim, é possível facilitar a movimentação dos operários e o transporte de materiais na laje, permitir o nivelamento para o início da elevação da alvenaria e proporcionar menos contato direto da alvenaria com a laje, evitando fissuras e discontinuidades.					
9.2	Dispor de equipe de pedreiros polivalentes.	☐	☐	☐	☐	☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se e empresa dispõe de equipes em que um mesmo pedreiro executa os serviços de marcação, elevação de alvenaria e embutimento de instalações, o que gera garantia da execução dos serviços conforme projeto (ganho de qualidade) e economia de mão de obra.					
9.3	Disponibilizar betoneiras/misturadores em quantidade suficiente e estrategicamente posicionados.	☐	☐	☐	☐	☐
	Objetivo da boa prática: Verificar se a quantidade e o posicionamento de betoneiras/misturadores são suficientes para atender à demanda nos locais de elevação da alvenaria e execução do contrapiso. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.					
9.4	Utilizar manipulador telescópico ou alguma outra forma de transporte eficiente dos insumos.	☐	☐	☐	☐	☐
	Objetivo da boa prática: Analisar os quesitos rapidez e eficiência do transporte dos blocos e dos demais materiais utilizados no serviço de elevação da alvenaria. Com a utilização do					

	manipulador telescópico, caracterizado por agilidade de movimentos verticais e horizontais, é possível a distribuição dos materiais diretamente ou próximo aos postos de trabalho, havendo redução dos fluxos de pessoas e materiais e garantindo maior produtividade e continuidade do fluxo, já que a falta de blocos para o serviço de elevação da alvenaria é um dos gargalos do processo.
--	--

ANEXOS

Anexo A – Checklist atualizado de normas técnicas para o processo construtivo de alvenaria estrutural (SANTOS, 2008) - atualizado

1.0	IMPLANTAÇÃO (NBR 15270-2; NBR 15961-2; NBR 15812-1)	S	N
1.1	A base para assentamento deve ser plana e em nível, com variação < 2,5 %.		
1.2	A marcação horizontal deve ser executada de acordo com o especificado em projeto, com fiadas assentadas com fios flexíveis.		
1.3	Na marcação horizontal os ângulos são determinados com instrumentos óticos e as curvas marcadas por prego ou serradas com triangulação do local.		
1.4	As projeções das medidas e a espessura da parede devem ser marcadas com pequenos cortes.		
1.5	A marcação vertical deve ser obtida com fio de prumo ou gabarito modular.		
1.6	Para a marcação vertical é indicado o uso de instrumentos como referência de nível, com as informações importantes fixadas em altura conveniente.		
1.7	Indica-se a proteção das aberturas com concreto.		
1.8	As alturas das aberturas devem ser marcadas com cortes no topo da unidade de referência.		
2.0	ARMAZENAGEM (NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N

2.1	Todos os materiais devem ser protegidos em locais: longe do solo, da umidade e de intempéries; separados por tipo ou ordem de chegada para evitar a contaminação; para possibilitar a inspeção, devem ser utilizados em ordem cronológica de recebimento.		
2.2	Os blocos devem ser armazenados em pilhas, assim como o cimento e a cal hidratada.		
2.3	Os blocos devem ser armazenados em pilhas de até 2m de altura e 5m de comprimento.		
2.4	As pilhas ou os <i>pallets</i> devem ser estáveis. Para <i>pallets</i> , deve-se empilhar até duas unidades de movimentação.		
2.5	Só se deve colocar as pilhas sobre a laje quando esta já tenha resistência suficiente para suportar o peso dos blocos.		
2.6	As pilhas devem ser distribuídas nos pavimentos de forma a não sobrecarregar a estrutura.		
2.7	Os agregados devem ser estocados em baias.		
3.0	PREPARO, MISTURA E USO DE ARGAMASSA (NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
3.1	O transporte das argamassas e grautes deve ser realizado de forma que os materiais não sofram evaporação, perda de constituintes ou segregação dos materiais.		
3.2	Em dias quentes é recomendado o uso de panos e/ou sacos úmidos sobre as caixas.		
3.3	Deve haver cuidados especiais com o graute utilizado.		
3.4	Usar barras de aço segundo a qualidade e quantidade determinada pelo projetista.		
3.5	As barras de aço devem ser limpas de substâncias prejudiciais à sua aderência, conforme projeto.		

3.6	As dobras nas barras de aço devem ser feitas com os raios de curvatura previstos em projeto.		
3.7	As barras de aço da Classe B devem ser sempre dobradas a frio e não podem ser soldadas.		
3.8	As emendas nas barras de aço devem ser feitas de acordo com o especificado, aquelas feitas com solda devem ser por pressão ou com eletrodo.		
4.0	EXECUÇÃO DA ALVENARIA (NBR 15270-2; NBR 15270-3; NBR 15961-2; NBR 15812-2)	S	N
4.1	Na elevação da alvenaria as fiadas devem ser regulares, com juntas na horizontal em distâncias não inferiores a $\frac{1}{4}$ do comprimento (ou 75 mm do bloco).		
4.2	À medida que a alvenaria vai sendo elevada, deve ser verificado o seu alinhamento.		
4.3	A argamassa deve ser assentada em local limpo e livre de agregados, graxa ou pó.		
4.4	Nos dias quentes, a superfície de assentamento dos blocos deve ser levemente umedecida antes da aplicação.		
4.5	O excesso de argamassa retirado das juntas pode ser remisturado com a argamassa fresca.		
4.6	A espessura das juntas na horizontal e na vertical deve ter 10 mm. As normas brasileiras permitem uma tolerância dimensional de 3mm.		
4.7	Os blocos de concreto ou cerâmicos devem ser assentados sobre fiadas já compostas, com um mínimo de movimentação para ajuste de posição, principalmente com relação ao cisalhamento da alvenaria.		
4.8	Os ajustes para alinhamento, prumo e nivelamento devem ser feitos com martelo durante o período de boa trabalhabilidade da argamassa.		

4.9	Nos locais secos, as camadas de argamassa devem ser colocadas em comprimentos curtos para evitar evaporação da água.		
5.0	FIXADORES E EMBUTIMENTOS (NBR 15270-1; NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
5.1	Não é permitido o uso de aberturas e canalizações embutidas horizontalmente nos pilares e nas paredes resistentes.		
6.0	ENSAIOS (NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
6.1	A resistência à compressão deve ser comprovada, no caso da argamassa e do graute, por ensaio de cilindros moldados e rompidos de acordo com a norma.		
6.2	Para os componentes, a comprovação dá-se por ensaio de prismas cheios ou ocos (NBR 8215; NBR 15270).		
7.0	DETALHES CONSTRUTIVOS (NBR 15270-1; NBR 15270-2)	S	N
7.1	As juntas de movimentação devem estar limpas, secas e com sua superfície livre de material solto.		
7.2	A aplicação de selante deve seguir instruções do fabricante.		
7.3	As juntas de dilatação são utilizadas quando a deformação for efeito da temperatura, e são colocadas a cada 20 metros em planta; já as juntas de controle vertical são as que permitem os deslocamentos devidos à retração e variações da temperatura.		
7.4	As juntas de controle devem ser colocadas em locais onde as alturas ou espessuras das paredes variam bruscamente.		
7.5	As peças angulares, soleiras, vergas, arcos e conexões entre paredes, são construídas de forma a manter a medida e verticalidade do trabalho.		
7.6	A verga deve ter apoio na parede nas laterais das aberturas, devendo ser forrada com argamassa.		
7.7	Quando a verga for de concreto pré-fabricado, é colocada na parede seca, de forma a evitar quebras. Caso moldada no local,		

	deve ter fôrma forneça apoio à peça em tempo suficiente para desenvolver a resistência adequada.		
--	--	--	--

