

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

Lucas Soares de Oliveira

**ANÁLISE DO PAPEL DAS FERRAMENTAS VISUAIS NO
AUMENTO DA TRANSPARÊNCIA NOS CANTEIROS DE
OBRA**

Porto Alegre
dezembro 2015

LUCAS SOARES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO PAPEL DAS FERRAMENTAS VISUAIS NO
AUMENTO DA TRANSPARÊNCIA NOS CANTEIROS DE
OBRA**

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

Orientador: Carlos Torres Formoso

Porto Alegre
dezembro 2015

LUCAS SOARES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO PAPEL DAS FERRAMENTAS VISUAIS NO
AUMENTO DA TRANSPARÊNCIA NOS CANTEIROS DE
OBRA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelos Coordenadores da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2015.

Prof. Carlos Torres Formoso
Ph.D pela University of Salford, Grã-Bretanha
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Torres Formoso (UFRGS)
Ph.D pela University of Salford, Grã-Bretanha

Prof. Daniela Dietz Viana (UFRGS)
Dra. pela UFRGS, Brasil

Eng. Gustavo Pedroso Navarro (Cyrela)
M.Sc. pela UFRGS, Brasil

Dedico este trabalho a meus pais, Jorge e Ana, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jorge e Ana, pelo incentivo a busca do conhecimento através do estudo constante e pela confiança depositada em mim durante todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao meu irmão e mentor, Rafael, pelos conselhos, pelo exemplo de dedicação e pela amizade inigualável.

Agradeço aos meus avós, que sempre se demonstraram preocupados com o meu sucesso e, principalmente, com a minha felicidade.

Agradeço ao Prof. Carlos Formoso Torres, pelos conhecimentos transmitidos, pelo auxílio na minha formação acadêmica e, especialmente, pela dedicação e confiança depositadas neste trabalho.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt, pelo empenho em ensinar a elaborar e formatar este trabalho, além de estar sempre disposta a debater e sanar as dúvidas que surgiram no decorrer desta pesquisa.

Agradeço aos engenheiros Fabiano, Marcelo, Rafael e Vinícius, bem como as suas equipes, pela colaboração durante todo este trabalho.

Agradeço a todos os docentes e funcionários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que estiveram presentes durante a minha jornada acadêmica e que possibilitam o elevado nível de excelência desta instituição.

Agradeço aos meus colegas e amigos pelos incentivos, pelas trocas de conhecimentos e também pelos momentos de descontração possibilitados no decorrer desta longa e difícil trajetória.

Agradeço à empresa, pela possibilidade da realização deste trabalho.

A todos que colaboraram, diretamente ou indiretamente, para a realização deste sonho, muito obrigado!

O período de maior ganho em conhecimento e experiência
é o período mais difícil da vida de alguém.

Dalai Lama

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, diversas empresas de construção civil têm tentado aplicar os conceitos e princípios desenvolvidos no Sistema Toyota de Produção, conhecidos genericamente como *Lean Production*. Entretanto, diversos trabalhos vêm apontando as dificuldades em implementar estes conceitos e princípios, existindo a necessidade de adaptá-los em função das inúmeras diferenças que existem entre os ambientes da manufatura e da construção civil. Um dos princípios fundamentais da produção enxuta é o aumento da transparência de processos através do uso de ferramentas visuais, sendo este de aplicação recente em canteiros de obras e pouco estudado na literatura. Ademais, as poucas publicações disponíveis buscam definir e apresentar os dispositivos visuais utilizados em obras estudadas, sem a preocupação de analisá-los criticamente. Assim, o presente trabalho tem como objetivo principal a análise do papel das ferramentas visuais no aumento da transparência nos canteiros de obra visitados. Para isto, foi realizado um estudo de caso em uma empresa construtora com base em dados de três diferentes canteiros de obra na Cidade de Porto Alegre, sendo a primeira obra analisada uma torre comercial e hotel, o segundo uma torre comercial, e o terceiro em duas torres, sendo uma mista (comercial e residencial) e a outra residencial. O desenvolvimento da pesquisa foi composto pelas seguintes etapas: (a) revisão bibliográfica; (b) escolha da empresa e dos empreendimentos; (c) levantamento das ferramentas visuais utilizadas nas obras visitadas; (d) análise das principais ferramentas visuais utilizadas no aumento da transparência; e (e) considerações finais. Posteriormente, analisaram-se criticamente as ferramentas *kanban*, prototipagem e gestão à vista, uma vez que estas foram identificadas como aquelas que possuíam o maior impacto potencial no aumento da transparência nos canteiros de obra estudados.

Palavras-chave: Aumento da Transparência. Gestão Visual. Produção enxuta. Gestão da produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de processo tradicional	19
Figura 2 – Fluxo de processos	21
Figura 3 – Organização do almoxarifado	29
Figura 4 – Diagrama do delineamento do trabalho	37
Figura 5 – Isolamento das áreas de vivência com tela de galinheiro	44
Figura 6 – Aviso da identificação das funções exercidas por cores dos capacetes	46
Figura 7 – Demarcação da rota de fuga no térreo das torres	47
Figura 8 – Identificação dos insumos no almoxarifado	48
Figura 9 – Identificação dos blocos cerâmicos por foto no depósito	49
Figura 10 – Identificação dos materiais hidráulicos por foto no depósito	49
Figura 11 – Murais de informações gerais	50
Figura 12 – Mapa de risco	51
Figura 13 – Catálogos de Placas e Sinalizações	52
Figura 14 – Tela tapume	53
Figura 15 – Placa de identificação do ambiente	54
Figura 16 – Placa de identificação do pavimento	54
Figura 17 – Cavaletes com projetos	59
Figura 18 – Número da vista pintada na viga	59
Figura 19 – Exemplo de gestão à vista do escritório da obra	61
Figura 20 – Gráfico da Linha de Balanço.....	62
Figura 21 – Exemplo de quadro de gestão à vista no canteiro de obras	63
Figura 22 – Planilha Avaliação de Desempenho da Qualidade	64
Figura 23 – Critérios avaliação Passeio e Vias Públicas	65
Figura 24 – Qualidade percebida	66
Figura 25 – Gestão a vista na argamassadeira	67
Figura 26 – Quadro de controle das posses das ferramentas	68
Figura 27 – Exemplo de planilha de controle do <i>kanban</i> Fachada	69
Figura 28 – Exemplo de planilha de controle do <i>kanban</i> de alvenaria	71
Figura 29 – Exemplo de projeto de execução de alvenaria.....	72
Figura 30 – Exemplo de planilha de controle do <i>kanban</i> de frames	73
Figura 31 – Exemplo de planilha de Passagem do bastão	74

Figura 32 – Exemplo de planilha de controle do Kanban de alvenaria	75
Figura 33 – Quadro de conferência – passagem do bastão	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados das obras em andamento	39
Quadro 2 – Datas das realizações das entrevistas semi-estruturadas	41
Quadro 3 – Levantamentos e classificação das ferramentas visuais utilizadas nos canteiros de obra estudados	43

LISTA DE SIGLAS

ADQ – Avaliação de Desempenho da Qualidade

IGLC– *International Group for Lean Construction*

JIT – *Just-in-Time*

Norie – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

Sinduscon-RS – Sindicato da Construção Civil do Rio Grande do Sul.

STP – Sistema Toyota de Produção

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNIFEBE – Centro Universitário de Brusque

GV – Gestão Visual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	16
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	16
2.2.1 Objetivo Principal	16
2.2.2 Objetivo Secundário	16
2.3 PRESSUPOSTOS	16
2.4 PREMISAS	17
2.5 DELIMITAÇÕES	17
2.6 LIMITAÇÕES	17
3 PRODUÇÃO ENXUTA	18
3.1 MODELO TRADICIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
3.2 MODELO DE PROCESSO DA PRODUÇÃO ENXUTA	21
4 TRANSPARÊNCIA E GESTÃO VISUAL	23
4.1 PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA DE PROCESSOS	23
4.2 GESTÃO VISUAL	24
5 FERRAMENTAS VISUAIS	27
5.1 5S	27
5.2 LAYOUT DO CANTEIRO	28
5.3 PADRONIZAÇÃO DOS ELEMENTOS NO AMBIENTE DE TRABALHO	28
5.4 GESTÃO DO ALMOXARIFADO	29
5.5 KANBAN.....	30
5.6 ANDON	31
5.7 PROTOTIPAGEM	32
5.8 POKA-YOKE	33
5.9 USO DE QUADROS DE INDICADORES	34
6 MÉTODO DE PESQUISA	36
6.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	36
6.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	37
6.3 ESCOLHA DA EMPRESA E DOS EMPREENDIMENTOS	39
7 LEVANTAMENTO DAS FERRAMENTAS VISUAIS UTILIZADAS NAS OBRAS VISITADAS	41
7.1 Ferramentas visuais destinadas à organização do canteiro	44

7.1.1 Isolamento das áreas de vivência com tela de galinheiro	44
7.1.2 Catraca eletrônica	45
7.1.3 Identificação da função exercida no canteiro de obras através da cor do capacete	45
7.1.4 Demarcação da rota de fuga no térreo das torres	46
7.1.5 Identificação, separação e controle dos materiais no almoxarifado	47
7.1.6 Identificação dos blocos cerâmicos e materiais hidráulicos por foto no depósito	48
7.1.7 Murais de informações gerais	49
7.1.8 Mapa de risco e plano de fuga	50
7.1.9 Placas de sinalização de segurança	51
7.1.10 Isolamento das áreas de risco com tela tapume	53
7.1.11 Placas de identificação dos ambientes	53
7.2 Ferramentas visuais destinadas à produtividade	55
7.2.1 Prototipagem	55
7.2.2 Projetos disponibilizados nos locais de trabalho	58
7.2.3 Pintura das vistas da alvenaria nas vigas	59
7.3 Ferramentas visuais destinadas ao planejamento e controle da produção	60
7.3.1 Gestão à vista no escritório e no canteiro de obras	60
7.3.2 Quadro de controle das posses das ferramentas	68
7.3.3 Kanban	69
7.3.4 Passagem do bastão	75
7.3.5 Tapete para demarcação dos furos	76
7.3.6 Platina perfurada	77
8 ANÁLISE CRÍTICA DAS FERRAMENTAS VISUAIS ESCOLHIDAS	78
8.1 Análise crítica da ferramenta visual <i>Kanban</i>	78
8.2 Análise crítica da ferramenta visual prototipagem.....	80
8.3 Análise crítica da ferramenta visual gestão à vista.....	81
9. Considerações FINAIS	83
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A	91

1 INTRODUÇÃO

Em meio às diversas crises financeiras que o Japão enfrentou no decorrer da sua história, duas destas impulsionaram o surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP). Em 1945, este país sofreu economicamente com a perda da II Guerra Mundial. Posteriormente, a crise do petróleo de 1973 e o cenário de recessão mundial tornaram necessária a criação de um método diferente daqueles ajustados ao alto crescimento econômico e com a produção em massa (OHNO, 1997).

Segundo Ohno (1997), o principal objetivo do STP é a eliminação absoluta e continuada do desperdício. A manutenção deste propósito se dá por meio dos conceitos de *Just-in-Time* (JIT) e automação. No JIT, as partes necessárias para a fabricação do produto alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e na quantidade exata, ou seja, deve-se eliminar estoques por meio de processos sincronizados. O segundo conceito corresponde, conforme Ohno (1997, p. 28), “[...] uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que está acoplada a um dispositivo de parada automática”. Portanto, a automação colabora com o Sistema Toyota de Produção ao desvincular a responsabilidade de um operário por apenas uma máquina. Esta quebra da relação de dependência máquina-operário foi possibilitada pela criação de dispositivos a prova de erro, denominados *bakayoke* ou *poka-yoke*, que paralisam a produção no momento em que algo anormal acontecer, evitando, assim, que peças defeituosas sejam produzidas.

O *Lean Construction*, surgido na década de 1990, busca empregar os conceitos do STP e da filosofia *Lean Production* na Construção Civil. A construção enxuta, assim como a produção enxuta, defende que a produção deve ser vista como um fluxo de atividades. Este se divide nas etapas de transporte, espera, processamento e inspeção (KOSKELA, 1992). Este mesmo autor cita que as etapas de transporte, espera e processamento são classificadas como atividades que não geram valor e a etapa de processamento como atividade que gera valor.

Tradicionalmente, a produção era considerada somente como uma conversão de matérias primas em produtos (KOSKELA, 1992). Diversos modelos e ferramentas de gestão, como, por exemplo, o método do caminho crítico, consideram que o aumento da eficiência é atingido basicamente por meio do aumento da produtividade das atividades de conversão.

Entretanto, segundo Koskela (1992), este é um conceito obsoleto, uma vez que melhorias substanciais são alcançadas focando-se especificamente na identificação e eliminação das atividades que não geram valor.

Uma das práticas fundamentais da *Lean Production* é a gestão visual que busca compartilhar as informações de fácil entendimento para a produção (LIKER, 2005). Assim, tenta-se tornar os processos transparentes, ou seja, os fluxos principais de operação são visíveis e compreensíveis a todos os colaboradores (KOSKELA, 2000). Tezel *et al.* (2010, p. 3, tradução nossa) definiu gestão visual (GV) como “o esforço consciente de gerenciar as informações em operações diárias utilizando ferramentas visuais”. Apesar das diversas possibilidades de utilização de ferramentas visuais, a GV na construção civil ainda é vista como sinônimo da *kanban* na construção civil (TEZEL *et al.*, 2010).

A utilização da gestão visual também serve para manter um ambiente de trabalho limpo, seguro e organizado, o que tende a facilitar a solução de problemas (GALSWORTH, 1997). Conforme Davy *et al.*¹ (1992 apud TEZEL *et al.*, 2010) e Forza e Choo² (1996 apud TEZEL *et al.*, 2010), sendo bastante utilizado os programas 5S para esta finalidade.

A frequente modificação do *layout* do canteiro em consequência da evolução da obra, a grande movimentação e dispersão das equipes de trabalho, a presença de barreiras físicas entre as frentes de trabalho tornam a implementação de GV uma tarefa complexa nos canteiros de obra. Dessa forma, a justificativa para este trabalho está necessidade de se entender o papel das ferramentas de gestão visual no aumento da transparência e sugerir melhoras, a partir os exemplos da indústria da manufatura, levando em conta as particularidades do canteiro de obras.

¹ DAVY, J. A.; GRITZMACHER, K.; MERRIT, N. J.; WHITE, R. E. A derivation of the underlying constructs of Just-in-Time management systems. **Academy of Management Journal**, v. 5, n. 3, p.653-670, 1992.

² FORZA, C.; CHOO, A. S. Work organization in lean production and traditional plants: what are the differences? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p.42-62, 1996.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais os benefícios das ferramentas visuais utilizadas nos canteiros de obra no aumento da transparência?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é à análise do papel das ferramentas visuais no aumento da transparência em canteiros de obra.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho é a análise crítica das ferramentas *kanban*, prototipagem e gestão à vista nos canteiros de obras, as quais foram adaptadas da indústria de manufatura.

2.3 PRESSUPOSTOS

O trabalho tem por pressuposto que as obras analisadas são executadas por uma construtora que já emprega a filosofia da *Lean Production* há bastante tempo.

2.4 PREMISSAS

O trabalho tem a premissa de que as utilizações das ferramentas de gestão visual, oriundas da indústria manufatureira, necessitam de modificações para atender satisfatoriamente as singularidades dos canteiros de obra.

2.5 DELIMITAÇÕES

Visando atender os objetivos propostos, o trabalho delimita-se em canteiros de obra de edificações comerciais, residenciais e hotel de alto padrão que já aplicam algumas ferramentas tradicionais de gestão visual.

2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) apresentar apenas três estudos de caso de edificações comercial, residencial e hotel de uma empresa de grande porte com filial em Porto Alegre; e
- b) A utilização, devido aos estágios acompanhados das construções, de apenas algumas ferramentas de gestão visual aplicadas nos canteiros de obra desta construtora.

3 PRODUÇÃO ENXUTA

O presente capítulo apresenta uma definição da produção enxuta e, seus objetivos e, em seguida, uma breve explicação do modelo conceitual tradicional de gestão na construção civil, assim como o conceito de processos adotado na produção enxuta.

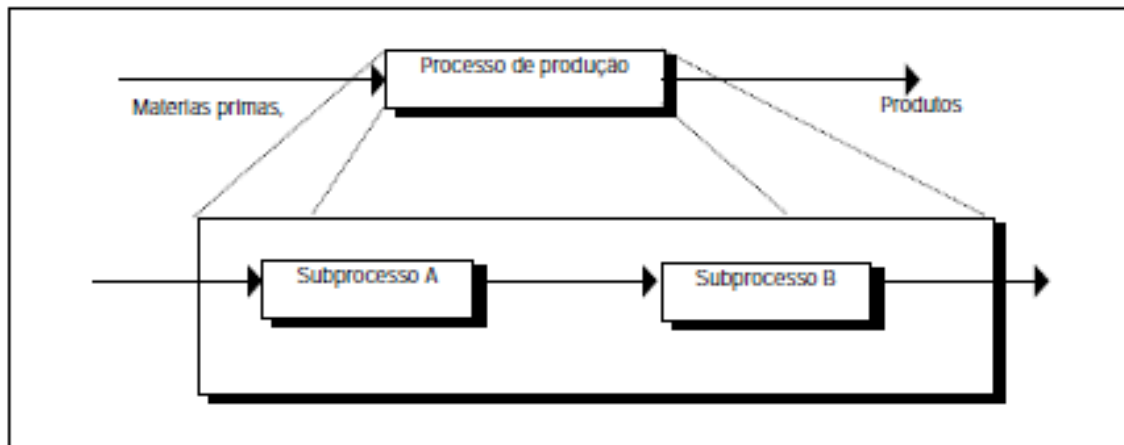
A aplicação dos conceitos e princípios do Sistema Toyota de Produção tem despertado um crescente interesse no cenário econômico atual em diferentes setores, incluindo a construção civil. Como consequência, existe uma busca pela generalização destes conceitos e princípios, resultando em uma filosofia de produção conhecida como *Lean Production*, ou Produção Enxuta. Koskela *et al.* (2002, p. [1], tradução nossa) afirmam que *Lean* é uma maneira para projetar sistemas de produção para minimizar as perdas de materiais, tempo, e esforços a fim de gerar o máximo valor possível.

A partir da década de 1990, formou-se uma comunidade internacional que envolve acadêmicos e profissionais da indústria, engajados na adaptação dos conceitos e princípios da Produção Enxuta à construção civil. Esta comunidade é representada pelo *International Group for Lean Construction*, o qual tem buscado desenvolver um conjunto de métodos e ferramentas para este setor, denominado de Construção Enxuta.

3.1 MODELO TRADICIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tradicionalmente, na construção civil, o modelo conceitual de gestão de processos adotado está baseado na ideia de transformar os insumos em produtos intermediários ou final, sendo o mesmo conhecido como modelo de conversão (figura 1).

Figura 1 – Modelo de processo tradicional



(fonte: ISATTO et al., 2000, p. 6)

Segundo Isatto *et al.* (2000, p. 6), este modelo apresenta as seguintes características:

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

Koskela (1992) afirma que o modelo tradicional de orçamento é um exemplo da aplicação das ideias do modelo de conversão. O mesmo autor explica que um prédio (ou outra estrutura) é subdividido em elementos que representam atividades de conversão, e, para cada um destes, é estimado um custo de material e de mão de obra.

Isatto *et al.* (2000, p. 7-8) apontam as principais deficiências do modelo de conversão:

- a) existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos são originários nestes fluxos físicos. Por exemplo: estima-se que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc.;

- b) o controle da produção e esforço de melhorias tendem a serem focados nos sub-processos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, podem 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, se não houver uma redução significativa no tempo gasto em atividades que não agregam valor, tais como transporte de materiais, esperas por parte de equipes subsequentes, etc.;
- c) 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 desempenhamento 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.

No âmbito dos projetos da construção, o modelo de conversão também representa a prática predominante do mercado. Inicialmente é contratado o projeto arquitetônico e, somente depois de concebido o produto, são contratados os projetos estrutural e complementares sendo estes executados de forma isolada e sequencial, o que causa diversos problemas (KOSKELA, 1992):

- a) pouca ou nenhuma interação entre os processos de projeto, levando a longos prazos de entrega;
- b) o conhecimento das demais disciplinas de projeto não são levadas em conta na fase de concepção do produto (pouca consideração dos requisitos dos clientes internos);
- c) limitações desnecessárias para as etapas seguintes de projeto são consideradas na concepção do projeto;
- d) pouco *feedback* entre os projetistas;
- e) falta de liderança e de responsabilidade pelo projeto executivo.

Na ótica da qualidade, Koskela (1992) aponta que no modelo de conversão não há suficiente consideração da variabilidade que existe em cada atividade de conversão e nem com a possibilidade de que as especificações dos produtos sejam inadequadas aos clientes. Isto acarreta, segundo este mesmo autor, em produtos finais que são eliminados, refeitos ou que refletem parcialmente os desejos dos clientes.

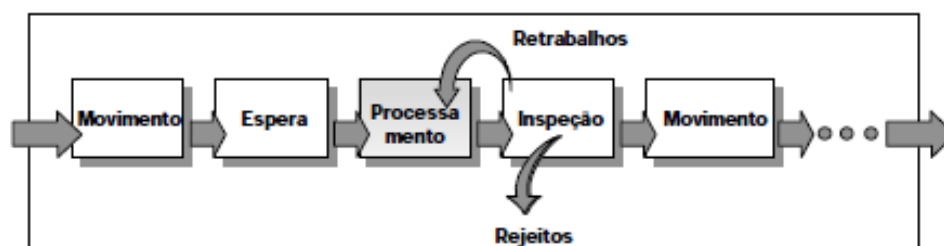
Por fim, na abordagem convencional, a gestão dos processos não é integrada. Estes são vistos de forma isolada e busca-se a minimização dos custos individualmente (KOSKELA, 1992). Em consequência, este mesmo autor reforça que esta abordagem de gestão resulta na maximização das taxas de utilização, aumento do *lead time*, grandes lotes e dificuldade em executar melhorias interdepartamentais.

Conforme Koskela (1992), o modelo de conversão pode ser aplicável com sucesso em sistemas de produção relativamente simples, que possuem um pequeno número de processo de conversão. Entretanto, este mesmo autor aponta que este modelo se torna obsoleto na medida em que aumenta a complexidade dos sistemas de produção, decorrente do maior número de atividades e interdependências e também pela maior incerteza em metas e métodos.

3.2 MODELO DE PROCESSO DA PRODUÇÃO ENXUTA

No modelo de processo da Produção Enxuta considera-se que os processos consistem não apenas de atividades de conversão (ou transformação), mas também por atividades que não agregam valor, tais como transporte, espera e inspeção (figura 2), denominadas por Koskela (1992) como atividades de fluxo. Assim, processo é conceitualizado como um fluxo de materiais (ou informações) desde a matéria prima até o produto final (KOSKELA, 1992). Contudo, a afirmação de que as atividades de conversão agregam valor ao produto final nem sempre é válida. No instante em que um produto não atendeu as especificações necessárias e, por conseguinte, houve a necessidade de rejeito ou retrabalho, a atividade de conversão realizada não agregou valor.

Figura 2 – Fluxo de processos



(fonte: KOSKELA, 1992, p. 21)

O entendimento do conceito de valor é essencial neste modelo conceitual, sendo um dos pilares da Produção Enxuta. Assim, a geração de valor está relacionada às necessidades dos clientes (internos ou externos), ou seja, aos requisitos que estes esperam do produto final e que lhes trazem satisfação (KOSKELA, 1992). Portanto, conforme Isatto *et al.* (2000, p. 15), “[...] um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos.”.

Conjuntamente com a necessidade de gerenciar o fluxo de materiais, há a necessidade também de considerar o fluxo de informações, o qual tem um caráter gerencial, envolvendo as atividades de planejamento, controle, suprimentos, entre outras. (ISATTO *et al.*, 2000). Outro fluxo relevante é o de operações realizadas pelas equipes ou máquinas no canteiro de obras, os quais devem ser cuidadosamente analisados ao se definir padrões de trabalho e operações logísticas (ISATTO *et al.*, 2000)

Koskela (1992) definiu um conjunto de princípios básicos, apresentados a seguir, para a gestão de processos, os quais devem ser aplicados de forma integrada, devido à forte interação entre estes:

- a) reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
- b) aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- c) reduzir a variabilidade;
- d) reduzir o tempo de ciclo;
- e) simplificar através da redução do número de passos ou partes;
- f) aumentar a flexibilidade de saída;
- g) aumentar a transparência do processo;
- h) focar o controle no processo global;
- i) Introduzir melhoria contínua no processo;
- j) manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- k) Fazer benchmarking.

Os princípios apresentados não são discutidos, na sua totalidade, no presente trabalho, sendo dado destaque apenas ao princípio relacionado com o aumento da transparência dos processos.

4 TRANSPARÊNCIA E GESTÃO VISUAL

Este capítulo discute os conceitos de transparência e um conjunto de práticas de gestão visual identificadas na literatura como relevantes para a construção civil.

4.1. PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA DE PROCESSOS

Há escassez de artigos sobre transparência de processos na construção civil, comparando a outros princípios *Lean*, indicando que existe uma lacuna sobre este tema. Segundo Formoso *et al.* (2002, p. 38, tradução nossa), “ a transparência dos processos pode ser definida como a habilidade de um processo de produção (ou suas partes) se comunicar com as pessoas.”. Para Greif (1991), a transparência possibilita a separação da rede de informação da estrutura hierárquica corporativa. Na perspectiva de Galsworth (1997, p. 42, tradução nossa), “Um local de trabalho visual é um ambiente que se auto-explica, auto-organiza e auto-desenvolve, onde o que é suposto acontecer, acontece na hora certa, todo o tempo, dia ou noite.”.

A busca pelo aumento da transparência deve ser contínuo para obter o sucesso desejado. Conforme Koskela (1992), este princípio vem sendo aplicado em um longo processo de tentativa e erro, da mesma forma que outros conceitos e princípios da Produção Enxuta.

Koskela (1992) sugere uma série de abordagens para o aumento da transparência no ambiente da construção:

- a) redução da interdependência entre as unidades de produção;
- b) utilização de dispositivos visuais que possibilitem a atualização do *status* dos processos;
- c) transformação dos processos diretamente observáveis através do layout e da sinalização apropriados;
- d) incorporação das informações através de processos
- e) manutenção de um ambiente de trabalho limpo e organizado;
- f) apresentação visual de atributos invisíveis através da mensuração.

Koskela (1992) afirma que o modelo tradicional de conversão contribui para a falta de transparência, visto que os fluxos entre as atividades de transformação são desconsiderados. Tradicionalmente, os processos de produção eram “silenciosos”, ou seja, as informações eram apenas transmitidas. Contudo, ao se adotar o conceito de processo como fluxo, estas atividades são explicitamente consideradas e podem ser mais facilmente eliminadas, já que o cliente está disposto a pagar apenas por aquilo que agrega valor ao produto final.

Formoso *et al.* (2002) enfatizam a interdependência entre os princípios de aumento da transparência de processos e a redução da variabilidade: à medida que reduz a variabilidade os processos tendem a se tornar mais transparentes, ao mesmo tempo que a transparência de processos pode contribuir para reduzir a variabilidade, e, em consequência, eliminar atividades que não agregam valor.

O sucesso da aplicação do princípio da transparência para diversos autores está relacionado à compreensão das informações por todos os envolvidos nos processos. Segundo Santos *et al.* (1998), os fluxos devem ser de fácil entendimento, de forma a evitar a necessidade de um excesso de informações para a sua gestão. Na visão de Koskela (2000), por meio do princípio da transparência de processos busca-se tornar visíveis e compreensíveis os processos do início ao fim. Além disso, Valente e Costa (2014) apontam a importância de que as equipes encarregadas de diferentes processos possam se comunicar ativamente.

Várias ferramentas de gestão visual são apontadas como essenciais à Produção Enxuta, tais como *Kanban*, *Andon* e *Poka-Yoke*. Galsworth (1997) afirma que este princípio, quando aplicado adequadamente, forma a base sobre a qual outras melhorias podem ser construídas. A referida autora sugere que este princípio seja adotado como um dos primeiros passos nos programas implementação da Produção Enxuta.

4.2. GESTÃO VISUAL

Segundo Greif (1991, p. 1, tradução nossa), “a comunicação visual está se desenvolvendo na medida em que, em poucos anos, as pessoas, ao visitarem fábricas com falta de mensagens visuais, talvez sintam que estão entrando em instalações mais escuras que outras.”. Na construção civil, apesar do esforço de algumas empresas, o entendimento do conceito de gestão visual e as possibilidades de uso geralmente ainda é bastante limitado (TEZEL *et al.*, 2010). Galsworth (1997, p. 21, tradução nossa) define a gestão visual como “[...] um grupo de

ferramentas visuais que são intencionalmente projetadas para compartilhar as informações em um piscar de olhos, sem precisar dizer uma palavra”.

Segundo Tezel *et al.* (2010, p. 3, tradução nossa), “GV pode servir para diversas funções dependendo para que esta seja usada, sendo a mais importante destas, para as organizações, é talvez o aumento da transparência”. Greif (1991) ressalta que a comunicação visual é uma expressão de transparência. “A transparência que GV cria pode, em alguns casos, ser para um grupo específico de pessoas e, às vezes, para todos (incluindo visitantes) em um ambiente de construção” (TEZEL *et al.*, 2010, p. 3 tradução nossa).

O alcance da gestão visual, no âmbito empresarial, está voltado ao coletivo, ao grupo de colaboradores pertencentes à organização, incluindo gerentes, trabalhadores e visitantes (TEZEL *et al.*, 2010). Moser e Santos (2003, p. [3], tradução nossa) sugerem que “em uma situação ideal, até mesmo um visitante leigo deveria ser capaz de entender o que está acontecendo em qualquer processo de produção e, conseqüentemente, ser capaz de identificar os problemas”.

Segundo Greif (1991, p. 19, tradução nossa), “no sistema tradicional de comunicação, o papel dos executivos é saber tudo, centralizar tudo, e controlar tudo.”. Para o mesmo autor, devem-se compartilhar as informações entre as diversas equipes, sendo que a responsabilidade da gerência, que anteriormente era a detentora do conhecimento, passa a ser fomentar as comunicações e mantê-las. Tezel *et al.* (2010) complementam este novo conceito de disseminação da informação ao afirmar que a utilização de GV deve acontecer no sentido da alta direção para baixo na hierarquia das empresas. Além disso, a comunicação visual organiza as informações de acordo com os diferentes níveis, desde a estação de trabalho individual até toda a fábrica ou empresa, enquanto inclui seções, oficinas, ou departamentos (GREIF, 1991). Na visão de Tezel *et al.* (2010), o uso de dispositivos visuais serve para filtrar o fluxo de informação, qualificar esta em necessária, relevante e correta para o uso diário nas operações de trabalho. Estes mesmos autores afirmam que a GV pode contribuir para aumentar o desempenho organizacional conectando e alinhando a visão, os valores, os objetivos e a cultura da empresa com outros sistemas de gestão, por meio do estímulo de um ou mais dos cinco sentidos humanos (ver, ouvir, sentir, cheirar e saborear).

Galsworth (1997) afirma que GV influencia diretamente no comportamento humano. Segundo Tezel *et al.* (2010) o objetivo de usar auxílios visuais é tornar a comunicação simples e atrativa, por exemplo, por meio do uso de cores, sendo que a viabilidade financeira (normalmente não custam muito) é uma característica importante das ferramentas visuais. Greif (1991) aponta que comunicação visual não está limitada à troca de informações por meio de desenhos ou fotografias. Para o mesmo autor, a maneira na qual a informação é organizada para ser acessível e entendível é o que caracteriza a gestão visual.

Greif (1991) aponta que a comunicação visual tem como princípio essencial o compartilhamento no ambiente de trabalho, criando um campo de informações, em contraposição a um fluxo de informações. Este mesmo autor destaca que as organizações que aderem à comunicação com a perspectiva de compartilhamento normalmente também promovem outras formas de troca: de espaço (equipes de trabalho, mobilidade), de tarefas e responsabilidades (enriquecimento do trabalho, participação no progresso, decisão por consenso), e valores (aceitação dos propósitos da firma e da sua identidade cultural). Tezel *et al.* (2011) afirmam que GV auxilia as pessoas a entenderem as condições e o contexto das organizações através da explicitação das informações necessárias à realização das atividades. Nos locais de trabalho visuais, as informações são do tipo *self service*, ou seja, estão sempre disponíveis e o colaborador decide quando as utilizam através de um simples olhar aos dispositivos (GREIF, 1991). Galsworth (1997) relaciona as informações em um ambiente de gestão visual com a produção puxada. Para a mesma autora, a informação só se faz necessária caso o colaborador a demande, tornando, desta forma, a escolha do usuário como uma medida da importância ou não do conteúdo disponível no dispositivo visual.

A utilização de GV necessita de esforços de todos os colaboradores para alcançar resultados. Uma das primeiras iniciativas na implementação da gestão visual é a padronização dos elementos do ambiente do trabalho, focando-se principalmente nos materiais, máquinas, ferramentas e áreas de conversões através da identificação e localização (GALSWORTH, 1997; TEZEL *et al.*, 2010). Moser e Santos (2003) afirmam que os controles visuais devem ajudar as pessoas a identificarem se os materiais estão localizados nos lugares corretos.

Nos itens seguintes são apresentadas algumas ferramentas visuais. A escolha das mesmas foi de acordo com a utilização mais corriqueira nos canteiros de obra (Tezel *et al.*, 2010).

5. FERRAMENTAS VISUAIS

5.1 5S

Segundo Ribeiro (2006), 5S refere-se a cinco atividades iniciadas pela letra “S” em japonês:

- a) *seiri* – **utilização**: usar sem desperdiçar;
- b) *seiton* – **organização**: senso de organização;
- c) *seiso* – **limpeza**: zelar pelos recursos e pelas instalações;
- d) *seiketsu* – **higiene**: criar normas claras para manutenção da higiene e arrumação no local de trabalho;
- e) *shitsuke* – **autodisciplina**: cumprir rigorosamente as normas, regras e os procedimentos.

O emprego do 5S é considerado por vários autores como o primeiro passo na implementação da filosofia da *Lean Construction*, e, conseqüentemente, na criação de um ambiente de trabalho visual (GALSWORTH, 1997; RIBEIRO, 2006; TEZEL *et al.*, 2010). Campos *et al.* (1999, p. [2]) citam que

O 5S surgiu no Japão em meados do século XX e consiste basicamente no empenho das pessoas em organizar o local de trabalho por meio da manutenção apenas do necessário, da limpeza, da padronização e da disciplina na realização do trabalho, com o mínimo de supervisão possível.

O principal objetivo do 5S é manter o ambiente de trabalho adequado, tendo um forte papel na redução da variabilidade no ambiente de trabalho (RIBEIRO, 2006; TEZEL *et al.*, 2010). Segundo Campos *et al.* (1999), o 5S é visto por muitos como uma simples faxina (*Housekeeping*), mas na verdade, o intuito deste é promover uma mudança de valores para possibilitar a perpetuação do programa. A parte mais difícil na adesão do 5S é a manutenção das boas práticas (TEZEL *et al.*, 2010).

5.2 LAYOUT DO CANTEIRO

A definição inicial do *layout* do canteiro tem forte impacto na logística interna do canteiro de obras. Saurin e Formoso (2006, p. 17) definem o planejamento de um canteiro de obras como “[...] o planejamento do *layout* e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistemas de movimentação e armazenamento de materiais.”. Além disso, Saurin e Formoso (2006, p. 17) afirmam que:

O planejamento logístico estabelece as condições de infra-estrutura para o desenvolvimento do processo produtivo, estabelecendo, por exemplo, as condições de armazenamento e transporte de cada material, a tipologia das instalações provisórias, o mobiliário dos escritórios ou as instalações de segurança de uma serra circular.

Koskela (1992) definiu que a principal função do cercamento das áreas de vivência e do planejamento do *layout* do canteiro é proporcionar a transparência através da manutenção dos processos observáveis.

Além da organização do *layout* do canteiro, a transparência é aumentada pela remoção de barreiras visuais (KOSKELA, 1992). Segundo Tezel *et al.* (2010), o uso de portas ou divisórias de vidro pode aumentar a transparência nas áreas administrativas do canteiro de obras. Estes mesmos autores destacam também o uso de cercas que possibilitam a livre visualização, garantindo também a segurança, em áreas como o perímetro da obra, almoxarifado, refeitório e áreas de produção.

5.3 PADRONIZAÇÃO DOS ELEMENTOS NO AMBIENTE DE TRABALHO

Liker (2005) sugere que o primeiro passo é padronizar um processo, para, em seguida, após o processo estar estabilizado, iniciar os esforços em prol da melhoria contínua. Este mesmo autor afirma que se o processo não estiver padronizado, qualquer melhoria tende a ser apenas mais uma variação que ocasionalmente é utilizada, mas quase sempre ignorada, o que significa, em outras palavras, que não tende a haver continuidade das boas práticas.

A padronização dos elementos no ambiente de trabalho também deve ser encarada como um dos primeiros esforços na implementação da filosofia *Lean Production* (LIKER, 2005; GALSWORTHY, 1997). A padronização dos elementos do canteiro, materiais, ferramentas,

rotas de transporte e áreas de processamento em termos de identificação (etiquetas, denominação, código de barras) e localização através de dispositivos visuais tem uma importante papel na GV (MOSER; SANTOS, 2003; TEZEL *et al.*, 2010,). Pode-se citar como exemplos demarcações de rotas, e cores variadas de uniformes e capacetes para diferenciar as funções exercidas.

5.4 GESTÃO DO ALMOXARIFADO

A presença de ferramentas visuais no almoxarifado pode auxiliar na gestão e organização de materiais estocados e ferramentas de pequeno porte. Podem-se armazenar tais insumos em prateleiras ou caixas, as quais recebem etiquetas com informações de identificação, tais como tipo nome, figura, especificações técnicas e código de barras (TEZEL *et al.*, 2010). Este mesmo autor cita o quadro de controle de ferramentas, o qual possui todas as ferramentas na linha superior da matriz e os nomes dos trabalhadores na primeira coluna, possibilitando assim saber qual o funcionário está com determinada ferramenta. A figura 3 apresenta exemplos de organização de um almoxarifado.

Figura 3 – Organização do almoxarifado



(fonte: elaborada pelo autor)

Por fim, nota-se que o uso de controles visuais do estoque permite que o conhecimento das quantidades e localização dos materiais não fique centralizado no responsável pelo almoxarifado, ou seja, o conhecimento não depende exclusivamente de um único funcionário (MOURÃO; VALENTE, 2013). Além disso, os mesmos autores citam que a informatização do almoxarifado, através de planilhas eletrônicas e leitor óptico para controlar a entrada e saída dos insumos, podem contribuir para aumentar ainda mais a transparência das informações.

5.5 KANBAN

O conceito de JIT e de *Kanban* gera confusões para muitos autores (GHINATO, 1995), sendo estas denominações erroneamente consideradas como sinônimos. Moura (1989, p.26) argumenta que, de fato, “o *kanban* é um dos instrumentos essenciais para a implantação do JIT.”.

Segundo Liker (2005), o engenheiro Taiichi Ohno idealizou o *kanban* (palavra que significa cartão em português), através de observação do funcionamento de um supermercado. Ohno (1997, p.46) define este método através da seguinte analogia:

As mercadorias compradas pelos clientes são registradas no caixa. Cartões que carregam informação sobre os tipos e quantidades de mercadoria são então passadas para o departamento de compras. Usando essa informação, as mercadorias retiradas são rapidamente substituídas pelas compradas. Estes cartões correspondem ao *Kanban* de movimentação [..].

Se o supermercado tivesse uma fábrica própria nas suas proximidades, haveria *Kanban* de produção além do *Kanban* de movimentação entre a loja e o departamento de produção. Baseado nas instruções indicadas neste *Kanban*, o departamento de produção produziria a quantidade de mercadorias compradas.

Liker (2005) e Menezes (2013) afirmam que o *kanban* é uma ferramenta de controle de fluxo, na qual a quantidade, tempo e ponto de reposição de determinados produtos são monitorados. Contudo, estes não servem como um meio para solicitar a quantidade desejada do insumo, mas cada cartão consiste em um lote pré-definido (LIKER, 2005; MOURÃO; VALENTE, 2013).

Para Ohno (1997, p. 48) as funções do uso desta ferramenta são:

- a) fornecer informação sobre apanhar ou transportar;

- b) fornecer informação sobre a produção;
- c) impedir a superprodução e o transporte excessivo;
- d) servir como uma ordem de fabricação afixada à mercadoria;
- e) impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz;
- f) revelar os problemas existentes e manter o controle de estoque.

Hopp e Spearman (2004, p. 137, tradução nossa) consideram como benefícios da utilização:

- a) redução do trabalho em progresso e tempo de ciclo;
- b) suavização do fluxo de produção;
- c) aumento da qualidade;
- d) redução de custos.

Ademais, o uso do *Kanban* permite aos trabalhadores controlarem diretamente a produção através desta ferramenta visual (TEZEL *et al.*, 2010).

5.6 ANDON

A utilização do *andon* é baseada no segundo pilar do STP, *Jidoka* ou, em português, automação. O conceito de automação remete a um método para detectar defeitos quando estes ocorram e parar a produção para corrigir o problema (LIKER, 2005). Kemmer *et al.* (2013, p. 577) afirmam:

No setor da construção civil, ainda há uma forte dependência dos recursos humanos para impor o ritmo da produção. *Jidoka* significa maior autonomia para os operários buscarem um contínuo e sincronizado fluxo de trabalho. Operários irão detectar possíveis distúrbios e paradas no processo de trabalho sob a responsabilidade deles e vão agir internamente e externamente para superar estes problemas.

Para Liker (2005, p. 137) “*andon* quer dizer sinal de luz para pedir ajuda.”. Moura e Valente (2013, p. 19-20) relatam como este sistema pode ser usado no canteiro de obras:

Adaptado o conceito para a construção civil, o painel *Andon* fica na sala técnica, em local bem visível, e seus interruptores de acionamento são instalados em todos os pavimentos da(s) torre(s) do canteiro.

O LED (*Light-Emitting Diode*) verde indica que o operário iniciou sua atividade no pavimento indicado e a está executando normalmente. O LED amarelo indica que o operário prevê uma parada na atividade, seja por falta de material ou ferramenta, ou por qualquer outro imprevisto. Neste caso, essa sinalização amarela deve ser acionada com uma antecedência de 30 minutos da parada a atividade, a fim de que o supervisor de produção outro responsável possa solucionar tal problema. O LED vermelho simboliza a parada completa na produção. Neste caso, é fundamental que os devidos responsáveis atendam imediatamente ao chamado do operário, na tentativa de minimizar o tempo de quebra da atividade.

Todos estes alertas e paradas do *Andon* são registrados e analisados para a busca da causa raiz do problema, da melhoria contínua e da diminuição na reincidência destas ocorrências.

Tezel *et al.* (2010, tradução nossa) afirmam que a utilização deste dispositivo visual é uma forma de evitar a prática de “apagar incêndio”, ou seja dar excessiva ênfase à solução de problemas emergenciais.

5.7 PROTOTIPAGEM

A utilização de protótipos, prática comum na indústria automobilística, vem sendo crescentemente adotada na construção civil para simular o produto final acabado. Ulrich e Eppinger (2000,p. 275, tradução nossa) define prototipagem como “uma aproximação do produto ao longo de uma ou mais dimensão de interesse.”. Estes autores complementam que diversas formas podem ser empregadas, como esboços, modelos matemáticos, e até a pré-produção completa do produto. Tezel *et al.* (2010, p. 17, tradução nossa) afirmam que:

Prototipagem, *in loco*, em algumas empresas de construção ajudam as pessoas a fazerem seus trabalhos melhores e mais facilmente através da visualização completa do produto final. Na prototipagem, uma parte repetida do produto final (por exemplo, o protótipo completo de um apartamento em uma construção de um edifício ou o sistema de tubulação de um banheiro que teve de ser construído de novo e de novo no projeto) é colocada para visualização dos trabalhadores e gerentes. O exemplo destes protótipos podem ser enriquecedores, em termos de informação, como, número de canos e diâmetros escritos nos materiais e colocados os projetos ao redor.

Além disso, Moura e Valente (2013) citam que a utilização da tecnologia BIM (Building Information Modeling) possibilita a realização de um protótipo virtual, no qual podem ser analisados os conflitos entre diferentes projetos (por exemplo, arquitetura estrutura, e instalações). Apesar disto, a utilização de protótipos virtuais não exclui a necessidade de protótipos físicos. Pode haver uma relação complementar entre os protótipos virtuais e os

físicos. Enquanto o primeiro deve se utilizado em etapas iniciais do empreendimento, com o intuito de auxiliar na eliminação de erros e incompatibilidades, o segundo acontece no decorrer da obra, próximo a data de execução do serviço a ser prototipado, e tem o objetivo de perceber os detalhes.

Ulrich e Eppinger (2000) apontam os benefícios da realização de protótipos:

- a) aprendizado: definir se o produto funcionará e quão satisfatório este produto atenderá aos requisitos dos clientes;
- b) comunicação: enriquecer a comunicação com a alta gerência, parceiros e trabalhadores para facilitar no entendimento do produto;
- c) integração: certificar que os componentes e subsistemas trabalharão na maneira desejada; e
- d) marcos: verificar que o produto alcançou o nível desejado de funcionalidade e autorizar ou não autorizar a continuidade do desenvolvimento.

5.8 POKA-YOKE

A utilização de dispositivos *poka-yoke*, ou em português, dispositivos a prova de falhas, auxilia na eliminação de perdas. Saurin et al (2012, p. 359, tradução nossa) apontam que “[...] *Poka-Yoke* é definido como um dispositivo que previne ou detecta anormalidades, as quais foram geradas em detrimento da qualidade do produto ou da execução pelos trabalhadores”. Exemplos de aplicações deste dispositivo podem ser encontrados em Falcão (2001). Contudo, Santos e Powell (1999) constatam que há pouco uso desse tipo de dispositivo na redução da variabilidade na construção civil.

Santos e Powell (1999) afirmam os seguintes erros humanos que podem ser evitados com uso desta ferramenta:

- a) esquecimento;
- b) erros devidos mal-entendidos;
- c) erros em identificação;
- d) erros cometidos por amadores;
- e) erros deliberados;
- f) erros inadvertidos;
- g) erros devido à lentidão;

- h) erros devido a falta de padronização;
- i) erros surpresa;
- j) erros intencionais.

Shingo (1996, p. 55) afirma que “inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção na fonte podem ser todas alcançadas a partir do uso de dispositivos *poka-yoke*, o qual possibilita a inspeção 100% a partir do controle físico ou mecânico” Conforme este mesmo autor, os tipos de inspeção podem ser definidos como:

- a) auto-inspeção: caracterizada pelo trabalhador inspecionar os itens que ele mesmo processou e julgando entre defeituosos ou não-defeituosos;
- b) inspeção sucessiva: os trabalhadores inspecionam os itens processados pelo trabalhador anterior e, após a inspeção, processam o produto;
- c) inspeção na fonte: previne a ocorrência de defeitos por meio do controle das condições que influenciam na qualidade na sua origem.

Shingo (1996) argumenta que a inspeção na fonte é o mais eficiente entre os apresentados. A justificativa, segundo este mesmo autor, é de que o objetivo deste método é atuar preventivamente e eliminar defeitos.

Koskela (1992, tradução nossa) afirma que estes dispositivos podem eliminar a causa de problemas ou da falta de padronização. Além disso, Saurin *et al.* (2012) apontam que estes dispositivos podem ser proativos ou reativos. Segundo estes mesmos autores, no primeiro caso o *poka-yoke* evita a possível falha, enquanto no segundo caso, ele detecta posteriormente a falha ocorrida.

5.9 USO DE QUADROS DE INDICADORES

O uso de quadros visuais, ou também conhecido na prática como gestão à vista, para expor os principais indicadores e informações relativos à produção é um tipo de dispositivo visual bastante utilizado na construção civil. Tezel *et al.* (2010) citam como exemplos de dispositivos visuais encontradas em diversas empresas construtoras no Brasil os quadros utilizados para avaliação de subempreiteiros o mural com indicadores de planejamento e controle da produção, e mural com avaliação de boas práticas de logística de canteiro de obras e de segurança.

Tezel *et al.* (2010) afirmam que este tipo de prática possibilita aos colaboradores ficarem mais informados sobre o status da obra. Além disso, muitos destes dispositivos são confeccionados de maneira que sejam móveis, possibilitando a modificação de lugar no decorrer da obra de forma a estar ao alcance da equipe de trabalho. O aumento da transparência com a disponibilização de indicadores também pode ter impacto no comprometimento das equipes, fazendo com que estas busquem resultados melhores, desde que a empresa tenha um clima organizacional favorável (GREIF, 1991). Este mesmo autor afirma que os indicadores devem a idéia de senso de equipe, para que os seus membros sintam-se motivados, e não devem sentir-se acuados quando forem apresentados dados negativos.

6 MÉTODO DE PESQUISA

No decorrer deste capítulo, descreve-se o método de pesquisa utilizado para conduzir este trabalho. Inicialmente é apresentada a estratégia de pesquisa adotada e o delineamento da pesquisa. Em seguida é apresentada a justificativa para a escolha da empresa, e dos empreendimentos, e das ferramentas visuais com o intuito de aumentar a transparência nos canteiros de obra analisadas neste trabalho. Por fim, são descritas as etapas de compreensão e desenvolvimento da pesquisa.

6.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada neste trabalho é estudo de caso descritivo. Yin (2005, p.19) defende que esta estratégia é preferida quando:

- a) as questões da pesquisa são do tipo “como” ou “por que”;
- b) o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos;
- c) o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

Yin (2005) aponta que, assim como os experimentos, o objetivo do estudo de caso é expandir e generalizar teorias. Este mesmo autor afirma que um estudo de caso deve ser fundamentado em várias fontes de evidência. Deste modo, garante-se que todos os dados converjam para a resposta da questão proposta no estudo em análise.

No decorrer deste trabalho, utilizou-se cinco fontes de evidências: entrevistas abertas; entrevistas semi-estruturadas; análise de documentos; observação direta e registro fotográfico. Segundo Yin (2005), as entrevistas são uma das fontes de evidência mais importantes, principalmente nas etapas iniciais dos estudos de caso. A entrevista aberta, conforme este mesmo autor, é utilizada para que o respondente, de maneira espontânea, apresente as suas percepções sobre determinados acontecimentos. semi-estruturada mantém também o caráter de uma conversa informal, mas segue-se um roteiro de perguntas originadas a partir do protocolo de estudo de caso (YIN, 2005). A observação direta, por sua vez, é utilizada pelo pesquisador para coletar dados sobre alguns comportamentos ou condições ambientais

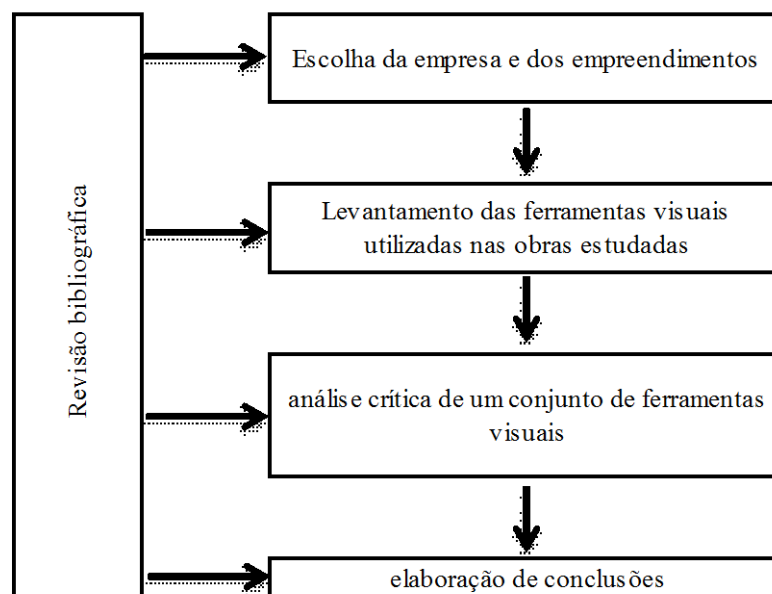
relevantes (YIN, 2005). Por fim, a análise de documentos é utilizada em conjunto com outras fontes de evidência, podendo estes serem tabelas, dados oriundos de levantamentos, relatórios, estudos, minutas de reuniões e documentos administrativos (YIN, 2005). Em algumas situações, fotografias podem registrar algumas observações diretas para posterior análise.

6.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O trabalho foi dividido em cinco etapas, as quais estão representadas na figura 4:

- a) revisão bibliográfica;
- b) escolha da empresa e dos empreendimentos;
- c) levantamento das ferramentas visuais utilizadas nas obras estudadas;
- d) análise crítica de um conjunto de ferramentas visuais; e
- e) elaboração de conclusões.

Figura 04 – Diagrama do delineamento do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

A primeira etapa compreendeu a **revisão bibliográfica**, que teve como objetivo propiciar maior conhecimento sobre o princípio da transparência de processos e gestão visual aplicadas tanto no ambiente da manufatura como em canteiros de obras. Esta etapa foi realizada ao longo de todo o trabalho através da consulta a materiais como teses, dissertações, artigos e livros técnicos de áreas correlacionadas com o tema proposto.

A segunda etapa tratou da **escolha da empresa e dos empreendimentos** em que foi realizado este estudo. Foram considerados dois critérios nesta escolha: (a) a empresa possuía uma longa experiência de aplicação de Gestão Visual, sendo reconhecida nacionalmente como uma referencia em implementação de ferramentas de Produção Enxuta; e (b) o autor tinha acesso fácil a informações por trabalhar como estagiário nesta empresa.

A terceira etapa consistiu no **levantamento das ferramentas visuais utilizadas nas obras estudadas**. Nesta etapa foi realizado um levantamento de todas as ferramentas visuais observadas durante a realização deste trabalho nos canteiros de obra estudados e, através de observações diretas, entrevistas abertas e análises de documentos, buscou-se compreender como estas são utilizadas nas obras estudadas. Após, classificaram-se os dispositivos de acordo com as funções desempenhadas e selecionaram-se algumas ferramentas que tinham maior impacto potencial no sistema de gestão para uma análise mais aprofundada.

A quarta etapa do trabalho compreendeu a **análise crítica de um conjunto de ferramentas visuais**. Inicialmente elaborou-se um protocolo de coleta de dados (Apêndice 1), para compreender detalhadamente como estas são empregadas nas obras estudadas e como auxiliam no aumento da transparência. Posteriormente analisaram-se os documentos técnicos da empresa e realizaram-se entrevistas semi-estruturadas com alguns colaboradores da equipe de engenharia e da equipe de produção das obras. Por fim, comparou-se o modo como estes dispositivos visuais são utilizados com o que é proposto pela literatura. A partir desta comparação, buscou-se compreender como a empresa adaptou as práticas da manufatura no ambiente da construção civil.

Por fim, foram elaboradas as **considerações finais** da pesquisa. A partir de uma comparação com descritas na literatura, foi analisada a utilização destes dispositivos pela empresa construtora.

6.3 ESCOLHA DA EMPRESA E DOS EMPREENDIMENTOS

A empresa escolhida é uma construtora e incorporadora, fundada em 1962, na cidade de São Paulo. Presente em 16 estados e no Distrito Federal, a organização possui atualmente mais de 8.000 colaboradores e 200 mil unidades entregues para distintos extratos sócio-econômicos. Além disso, construções comerciais e, recentemente, hospitalares fazem parte do negócio desta empresa.

No Rio Grande do Sul, a presença desta empresa iniciou-se no ano de 2006 através de uma *joint venture* com uma das principais incorporadoras e construtoras do estado. Contudo, a utilização de ferramentas *Lean* já estava presente nos canteiros de obra da empresa construtora gaúcha antes desta união. Algumas destas práticas foram decorrentes de uma forte relação com a comunidade acadêmica, particularmente com o Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da UFRGS.

Posteriormente, em 2009, a empresa paulista adquiriu totalmente à gaúcha. Apesar da diretriz de unificar as práticas em todas as filiais brasileiras, a filial do Rio Grande do Sul optou por manter as práticas de Produção Enxuta, incluindo o sistema de gestão da produção, fortemente fundamentado no princípio de transparência de processos.

No momento de realização deste estudo, a empresa possuía oito canteiros de obra no Rio Grande do Sul. Entretanto, apenas quatro empreendimentos não estavam em fase de acabamentos finais e desmobilização do canteiro de obras para entrega das unidades aos clientes. O quadro 1 apresenta os percentuais de avanços físicos, as atividades em execução e as datas previstas de término das quatro obras em andamento:

Quadro 1 – Dados das obras em andamento

Obras	Avanço Físico	Atividade em execução	Data prevista de término
Obra A	49,49%	Reboco externo	ago/16
Obra B	47,61%	Alvenaria interna	set/16
Obra C	29,91%	Segurança	fev/17
Obra D	11,01%	Blocos de fundação	mai/17

(fonte: elaborada pelo autor)

O fato da obra D estar no início fazia com que esta utilizasse um número reduzido de ferramentas de gestão visual. Portanto, optou-se por realizar-se o estudo apenas nas obras A, B e C. Todas estas estão localizadas em Porto Alegre e todas as torres possuem estrutura em concreto armado, vedação externa em blocos cerâmicos e divisórias internas em parede de *drywall*. A seguir, são descritas estas obras:

- a) obra A: composta por uma torre comercial e hotel com 21 andares, sendo que 10 são pavimentos tipo. A área do terreno é de 3.486,15 m² e a área construída total do empreendimento é 28.038,80 m².
- b) obra B: composta por uma torre comercial com 18 andares, sendo que 13 são pavimentos tipo. A área do terreno é 2.138,83 m² e a área construída total do empreendimento é 15.200,59 m². Esta obra possui a particularidade da projeção da torre no térreo ocupar quase a totalidade da área do terreno, o que indica que o *layout* do canteiro tende a ser concentrado em uma região da obra, principalmente dentro da torre. Obras com este tipo de *layout* tendem a ter uma complicada logística interna.
- c) obra C: composta por uma torre mista (comercial e *studio* em todos os pavimentos) com 18 andares e uma segunda torre apenas residencial com 17 andares, sendo que 16 pavimentos do comercial, 18 pavimentos do *studio* e 14 pavimentos da torre residencial são pavimentos tipo. A área do terreno é de 10.125,97 m² e a área construída total do empreendimento é 39.874,20 m².

7. LEVANTAMENTO DAS FERRAMENTAS VISUAIS UTILIZADAS NAS OBRAS VISITADAS

Para o levantamento das ferramentas visuais utilizadas nas obras visitadas adotou-se as seguintes fontes de evidência: observação direta, entrevistas abertas, análise de documentos e registro fotográfico.

As observações diretas serviram para mapear as ferramentas visuais utilizadas nos canteiros de obras estudados. Realizaram-se duas visitas em cada um dos três canteiros estudados, conforme as datas no quadro 2, sendo registrada cada ferramenta e a função que esta desempenhava no canteiro de obras (organização do canteiro, produtividade ou planejamento e controle da produção).

Quadro 2 – Datas das realizações das entrevistas abertas

Obra A	Obra B	Obra C
07/07/2015	07/07/2015	06/07/2015
10/07/2015	10/07/2015	08/07/2015

(fonte: elaborada pelo autor)

No decorrer destas visitas, o autor circulou pelos canteiros de obra dos empreendimentos estudados acompanhado de algum membro da equipe técnica residente, normalmente o estagiário da obra, e através de observação das ferramentas, entrevistas abertas com os membros das equipes técnicas e registros fotográficos, analisou a função de cada ferramenta visual utilizada. A proximidade entre as observações diretas possibilitou a realização de *benchmarking* entre os mesmos dispositivos visuais nas obras estudadas. Observou-se as diferenças na utilização dos dispositivos e permitiu-se determinar quais eram as ferramentas utilizadas corporativamente na empresa estudada.

Com o objetivo de aprimorar o entendimento das ferramentas visuais mais utilizadas nas obras visitadas, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com o coordenador da qualidade da empresa, com três engenheiros (um de cada obra estudada), com dois assistentes técnicos, com três estagiários, com dois almoxarifes, com três operadores dos elevadores

cremalheira, com dois operadores das argamassadeiras e dois encarregados de alvenaria das obras estudadas. Estas entrevistas, as quais duraram em média 40 minutos, foram realizadas concomitantemente com as observações diretas, o que permitiu com que estas conversas informais acontecessem no ambiente de trabalho e próximas aos locais de utilização dos dispositivos visuais. Foi realizado também um registro fotográfico de cada prática visual.

Estas fontes de evidência possibilitaram compreender o funcionamento das ferramentas visuais utilizadas pelos colaboradores da empresa. Além disso, estes demonstraram, através das suas percepções, o grau de importância de cada uma e as vantagens e desvantagens da utilização das mesmas no canteiro de obras.

A análise dos documentos disponibilizados pela empresa auxiliou na compreensão de algumas ferramentas visuais, visto que nem todas eram documentadas pela empresa. Além disso, esta fonte de evidência permitiu identificar o grau de importância, para a construtora, dos dispositivos visuais e quais destes são práticas corporativas, ou seja, adotados nas demais obras da empresa. Os documentos utilizados foram:

- a) apresentações realizadas na empresa;
- b) catálogo de placas;
- c) indicadores de custo e prazo;
- d) quadro de avaliação dos empreiteiros;
- e) procedimentos executivos;
- f) projetos de produção.

O Quadro 3 apresenta uma lista de ferramentas visuais aplicadas nos canteiros de obra estudados, classificadas segundo as três categorias. As ferramentas definidas para serem utilizadas em todas as obras da empresa ou normalizadas pelo Departamento de Qualidade foram classificadas como práticas corporativas.

Quadro 3 – Levantamentos e classificação das ferramentas visuais utilizadas nos canteiros de obra estudados

Classificação	Ferramentas visuais	Prática corporativa	Obra A	Obra B	Obra C	Fontes de evidência
Organização do canteiro	Isolamento das áreas de vivência com telas de galinheiro	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Catraca eletrônica	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Identificação da função exercida no canteiro de obras através da cor do capacete	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Demarcação da rota de fuga no térreo das torres				x	Observação direta / registro fotográfico
	Identificação, separação e controle dos materiais no almoxarifado	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Identificação dos blocos cerâmicos e materiais hidráulicos por foto no depósito			x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Murais de informações gerais	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico / entrevista / análise de documentos
	Mapa de risco e plano de fuga	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Placas de sinalização de segurança	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Isolamento das áreas de risco com tela tapume	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
Placas de identificação dos ambientes	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico	
Produtividade	Prototipagem	x		x	x	Observação direta / registro fotográfico / entrevista / análise de documentos
	Projetos disponibilizados nos locais de trabalho	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico
	Pintura das vistas da alvenaria nas vigas	x		x	x	Observação direta / registro fotográfico
Planejamento e controle da produção	Gestão à vista no escritório e no canteiro de obras	x	x	x	x	Observação direta / registro fotográfico / entrevista / análise de documentos
	Quadro com controle da posse das ferramentas				x	Observação direta / registro fotográfico
	Kanban	x		x	x	Observação direta / registro fotográfico / entrevista / análise de documentos
	Passagem do bastão	x			x	Observação direta / registro fotográfico
	Tapete para demarcação dos furos	x				Entrevista aberta
	Platina perfurada	x				Entrevista aberta

(fonte: elaborado pelo autor)

Nota-se que nem todas as práticas corporativas foram observadas nas obras estudadas. Entretanto, este fato ocorreu devido às observações diretas acontecerem em um período que não havia mais a utilização de determinadas ferramentas ou que a utilização seria posterior. Conforme o coordenador de qualidade, estas ferramentas são exigências da construtora em todas as obras realizadas atualmente e a aplicação destas são cobradas pela diretoria em reuniões mensais.

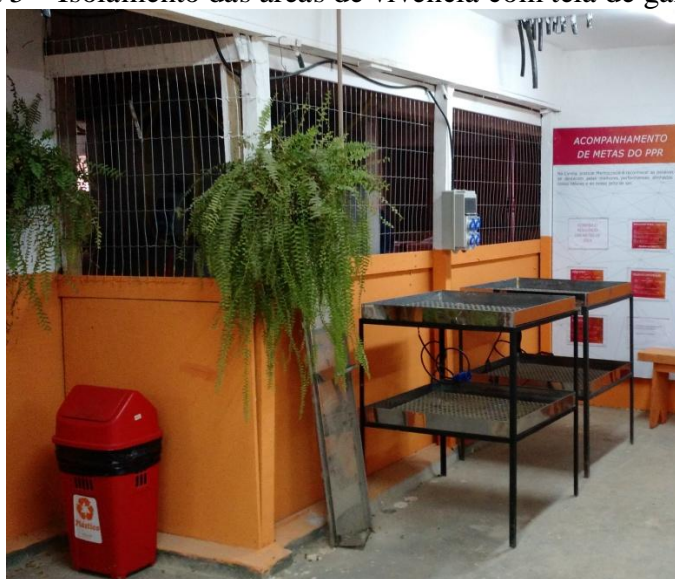
A seguir, são apresentados resumidamente cada um dos dispositivos visuais, com exceção do *kanban*, da prototipagem e da gestão à vista no escritório e no canteiro de obras, as quais são apresentadas em mais detalhe no Capítulo 8.

7.1 Ferramentas visuais destinadas à organização do canteiro

7.1.1 Isolamento das áreas de vivência com tela de galinheiro

A utilização de telas de galinheiro nas áreas de vivência, conforme a figura 5, é uma prática usual nas obras da empresa estudada. Esta propicia um ambiente com maior circulação de ar e iluminação natural. Além disto, Tezel *et al.* (2010) afirmam que esta prática tem como principal função o aumento da transparência, tornando estes ambientes visíveis, por todos os presentes no canteiro de obras.

Figura 5 – Isolamento das áreas de vivência com tela de galinheiro



(fonte: foto do autor)

7.1.2 Catraca eletrônica

A necessidade de controlar o acesso e gerenciar as informações dos colaboradores com maior rigor motivou a instalação de catracas eletrônicas em algumas obras da empresa e, posteriormente, nas suas demais obras. A entrada ou a saída do trabalhador é autorizada após o reconhecimento facial, este instalado na catraca, e a conferência da validade dos exames médicos e demais documentos por meio de um software integrado ao sistema. Portanto, este dispositivo funciona como um *poka yoke*, visto que evita a entrada de pessoas não autorizadas a ingressar na obra e de trabalhadores com documentos vencidos, incluído exames médicos, nos canteiros de obra.

7.1.3 Identificação da função exercida no canteiro de obras através da cor do capacete

A utilização de capacetes com cores diferenciadas é uma ação que a empresa adota para facilitar a identificação de todos os trabalhadores e visitantes nos canteiros de obra. O regulamento das cores dos capacetes, estabelecido pelo departamento de qualidade, consiste em:

- a) azul: pedreiros.
- b) verde: carpinteiros.
- c) marrom: hidráulico.
- d) cinza: eletricitas
- e) vermelho: serventes e meio-oficial.
- f) preto: visitante.
- g) branco: equipe de engenharia, segurança do trabalho, mestre e encarregados.

Esta iniciativa possibilita, novamente, que o conhecimento das informações seja acessível a todos os presentes no empreendimento e de fácil acesso.

Figura 6 – Aviso da identificação das funções exercidas por cores dos capacetes



(fonte: foto do autor)

7.1.4 Demarcação da rota de fuga no piso térreo das torres

O emprego de ferramentas não corporativas, ou seja, não normatizadas pelo departamento de qualidade, são incentivadas e a implementação é responsabilidade da equipe de engenharia residente na obra. Este é o caso desta prática, figura 7, adotada na obra C e que consiste na orientação visual do caminho a ser utilizado no piso térreo das torres em caso de emergência. Nos demais pavimentos, a obra C seguiu o padrão adotado pela empresa, o qual consiste em sinalizar a localização das escadas através de placas indicativas e fixar o plano de fuga.

Figura 7 – Demarcação da rota de fuga no térreo das torres



(fonte: foto do autor)

7.1.5 Identificação, separação e controle dos materiais no almoxarifado

Os procedimentos realizados nos almoxarifados da construtora são normatizados e aplicados em todas as obras da empresa. O almoxarife, o qual é responsável pela organização e controle de todos os materiais recebidos no canteiro, utiliza nichos plásticos identificados (figura 8), para armazenar os insumos menores e prateleiras identificadas para os maiores.

Figura 8 – Identificação dos insumos no almoxarifado



(fonte: foto do autor)

Conforme relatado pelos almoxarifes e coordenador do departamento de qualidade, o controle do estoque é realizado em uma planilha impressa localizada atrás do cartaz com o nome do insumo em todas as obras. No momento em que todas as linhas da planilha são utilizadas, armazena-se esta em uma caixa e imprime-se uma nova. A verificação da quantidade real de materiais em estoque e a quantidade apontada na planilha são realizadas aleatoriamente pelo departamento da qualidade.

Observou-se que a gestão do estoque dos insumos de menor valor, por exemplo, parafusos ou pregos, não são realizados rigorosamente. Frequentemente, a quantidade real diferencia-se da apontada nas planilhas. Ademais, a utilização de planilhas impressas dificultam a transparência das informações para uma posterior análise de consumo nas diferentes etapas das obras. De fato, o atual método de controle tem maior utilidade para evitar possíveis usos excessivos ou furtos dos insumos do que retroalimentar o Departamento de Planejamento e Orçamento com as quantidades reais utilizadas pela obra.

7.1.6 Identificação dos blocos cerâmicos e materiais hidráulicos por foto no depósito

A motivação para a obra C utilizar esta ferramenta é a grande quantidade de blocos no canteiro de obras e a similaridade entre os diferentes modelos. Através da foto e da especificação (ver Figura 9 e Figura 10), qualquer colaborador autorizado consegue retirar o material correto.

Figura 09 – Identificação dos blocos cerâmicos por foto no depósito



(fonte: foto do autor)

Figura 10 – Identificação dos materiais hidráulicos por foto no depósito



(fonte: foto do autor)

7.1.7 Murais de informações gerais

O uso de murais, conforme a figura 11, para permitir a comunicação entre os diversos setores e os colaboradores do canteiro de obras é uma ação constante nos empreendimentos da empresa. Publicações como notícias das outras regionais, curiosidades das outras obras, políticas do Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção Civil e informações sobre o programa de participação dos resultados são exemplos das matérias que são expostas nestes murais.

Figura 11 – Murais de informações gerais



(fonte: foto do autor)

O foco desta é dar acesso às notícias, principalmente aquelas relacionadas ao aumento do bem estar e da sensação de pertencimento a empresa. Estes dispositivos visuais encontram-se nas áreas de vivência e circulações no entorno destas áreas. A gestão e a manutenção destes são de responsabilidade do Departamento de Recursos Humanos da empresa, sendo a equipe de engenharia corresponsável por este dispositivo visual.

7.1.8 Mapa de risco e plano de fuga

A execução de um mapa com as áreas de risco e do plano de fuga (figura 12) é uma exigência das Normas Regulamentadoras 4 (BRASIL, 1978) e 18 (BRASIL, 1978a) do Ministério do Trabalho para a atividade de construção civil. Estas identificam as áreas de risco no mapa,

assim como definem em o número de técnicos ou engenheiros de segurança que devem estar presentes no canteiro de obras, e os tipos de proteções coletivas que devem ser adotadas.

Figura 12 – Mapa de risco



(fonte: foto do autor)

Além disso, exige-se, conforme estabelecido pelas mesmas normas, que o mapa de risco e o plano de fuga estejam fixados em locais visíveis. Nas obras visitadas, observaram-se estes fixados na portaria, nas áreas de vivência e circulações dos pavimentos das torres.

7.1.9 Placas de sinalização de segurança

A empresa desenvolveu o Catálogo de Placas e Sinalizações, conforme apresentado figura 13, que tem como objetivos principais a padronização e o incentivo ao uso destes dispositivos visuais. Apesar de não ter seu escopo limitado à prevenção de acidentes e segurança, este catálogo propõe diversas placas e sinalizações que visam à diminuição de acidentes. De fato, Enshassi e Zaiter (2014) afirmam que canteiros de obra mal sinalizados tendem a ter índices de acidentes de trabalhos mais elevados.

Figura 13 – Catálogo de Placas e Sinalizações

Placas PCD

Placas medindo 50x30cm
em pvc com aplicação de adesivo.
Código de identificação: **PCD**



(fonte: elaborado pela empresa)

O acesso e o conhecimento deste documento são disponibilizados a todos os colaboradores das equipes de engenharia das obras através do repositório virtual da empresa. Entretanto, a decisão de quais ferramentas visuais são utilizadas em cada obra e dos locais de instalação das mesmas cabe ao técnico de segurança e ao engenheiro responsável pela obra. Observou-se nos canteiros das obras estudadas uma forte presença destes dispositivos, tanto nas áreas de produção, como nas áreas de vivência ou circulação.

7.1.10 Isolamento das áreas de risco com tela tapume

A utilização de barreiras visuais, tais como a tela-tapume (Figura 14) para isolar áreas que apresentam risco de queda de pessoas, materiais ou de acesso proibidos ocorre em todos os canteiros de obra da empresa. A justificativa para a utilização deste material é a mensagem intuitiva de perigo e atenção que esta proteção transmite às pessoas. Além disso, este equipamento atende aos requisitos da Norma Regulamentadora 18 (BRASIL, 1978a) e possui um custo relativamente baixo.

Figura 14 – Tela tapume



(fonte: foto do autor)

7.1.11 Placas de identificação dos ambientes

A padronização das placas de identificação, assim como as placas de segurança, através do Catálogo de Placas e Sinalizações, também incentiva a utilização desta ferramenta nas obras da construtora estudada. Observou-se que estas são usadas na identificação dos principais locais do canteiro de obras, conforme exemplificado nas figuras 15 e 16, e nos pavimentos das torres.

Figura 15 – Placa de identificação do ambiente



(fonte: foto do autor)

Figura 16 – Placa de identificação do pavimento



(fonte: foto do autor)

Várias são as vantagens da utilização das placas, tais como, o aumento da autonomia dos colaboradores e dos visitantes para encontrar os ambientes desejados, a maior organização no canteiro e a definição formal da função dos ambientes. Além disso, Tezel *et al.* (2010) citam que a identificação dos pavimentos através de placas servem como avisos do tipo “ você está aqui”.

7.2 Ferramentas visuais destinadas à produtividade

7.2.1 Prototipagem

Ao elaborar protótipos em todas as suas obras, a empresa tem buscado verificar os pontos positivos e negativos dos projetos e, também, definir como as execuções dos serviços devem proceder. Além disso, Saffaro (2007) complementa que a realização de protótipos auxilia na determinação da quantidade de materiais utilizados. A modelagem do primeiro pavimento tipo evita a propagação dos erros nos demais pavimentos, bem como permite simular melhorias e implementá-las no tempo hábil. Conforme relatado pelo engenheiro da obra B, qualquer engano em projeto ou possibilidade de mudanças em busca da melhoria contínua, estes visando à qualidade e custo, é avaliado pelo diretor técnico, pelo engenheiro residente da obra, pelo projetista responsável e pelos departamentos de projetos e qualidade. Logo, cada caso é tratado individualmente e a decisão da ação a ser tomada acontece após o debate entre todos os envolvidos citados anteriormente.

Ademais, a prática de prototipagem é definida em um procedimento de gestão publicado no repositório virtual e as datas de execução são definidas pelo engenheiro da obra e demais participantes e divulgadas na reunião mensal de engenharia. Assim, garante-se que todos os colaboradores das obras e envolvidos com esta ferramenta visual tenham conhecimento das datas e possam participar. A seguir, são descritos os protótipos que foram analisados nas obras estudados.

O **protótipo de Execução de Fôrma – Estrutura** é utilizado para verificar e ajustar o projeto de formas do pavimento tipo da obra. Antes de realizar a reunião de avaliação, necessita-se que as formas do pavimento estejam executadas, as armaduras concluídas e os furos na estrutura estejam realizados. Após, no dia agendado, participam desta reunião, que acontece

no pavimento executado, o diretor de engenharia, o coordenador da obra, um representante do departamento de qualidade, o responsável pela obra no departamento de projetos, a equipe de engenharia da obra e o projetista.

Posteriormente à realização da reunião de avaliação do protótipo, elabora-se uma ata com os pontos debatidos e encaminha-se esta a todos os participantes. Caso alguma alteração de projeto seja necessária, o departamento de projetos encaminha ao projetista e, depois de solucionada, elabora-se uma nova versão do projeto. Além disso, os detalhes observados, tanto positivos quanto negativos, são incluídos no caderno de especificações técnicas elaborado pelo departamento de projetos e disponibilizado aos projetistas terceirizados antes da elaboração dos novos projetos. Por fim, verifica-se, também, se nas demais obras em andamento, e que ainda não foi executada esta atividade, as mudanças sinalizadas se fazem necessárias.

A realização do **protótipo da Alvenaria de Vedação** acontece após a realização da alvenaria do primeiro pavimento tipo e, caso exista, da instalação da churrasqueira ou lareira. Participam da reunião de avaliação o coordenador da obra, um representante do departamento de qualidade, o responsável pela obra no departamento de projetos, representantes da equipe de engenharia da obra e o projetista. A avaliação, os procedimentos de verificação de alterações em projeto, inclusões no caderno de especificações técnicas e verificações nas demais obras acontecem de forma semelhante para este protótipo em relação à estrutura de concreto.

Em seguida, realiza-se o **protótipo de frames para paredes em Drywall**. Faz-se necessária a instalação de todos os *frames*, reforços para fixação de armários, ar condicionado e passagens de uma unidade autônoma ou conjunto comercial do primeiro pavimento tipo para a realização formal da reunião de avaliação. O objetivo deste protótipo é analisar os alinhamentos das guias e dos montantes, bem como as instalações elétricas e hidráulicas instaladas dentro dos *Frames*. Convoca-se o coordenador da obra, um representante do departamento de qualidade, o responsável pela obra no departamento de projetos, um representante do departamento de instalações, representantes da equipe de engenharia da obra e o projetista.

A avaliação do **protótipo de Fixação de Placas de Drywall** acontece posteriormente ao protótipo de *Frames*. O objetivo deste protótipo é validar o alinhamento e a montagem das

placas de uma unidade ou conjunto comercial. Portanto, necessita-se que a instalação de todas as placas de *drywal* e os isolamentos acústicos de uma unidade ou conjunto comercial estejam realizados. Além disto, solicita-se que uma parede seja mantida aberta para a verificação do isolamento e os acabamentos não sejam realizados em outra parede para visualizarem-se os encontros das placas e a fixação dos parafusos. Para a validação desta atividade, faz-se necessária a presença do coordenador da obra, um representante do departamento de qualidade, da equipe de engenharia da obra e o projetista.

A realização do **protótipo de azulejo e cerâmica** acontece nos banheiros, cozinha, áreas de serviço e lavabo da unidade ou conjunto comercial. Convocam-se o coordenador da obra, um representante do departamento de qualidade, o responsável pela obra no departamento de projetos, um representante do departamento voltado à entrega das unidades aos clientes externos e a equipe de engenharia da obra.

A validação da tonalidade das cores ou das texturas do revestimento externo acontece no **protótipo de Revestimento Externo**. Realiza-se um painel no térreo da torre com as diferentes tonalidades das cores ou texturas para verificação e aprovação pelo representante do departamento de produto.

Com o intuito de simular um apartamento ou conjunto comercial com os acabamentos, realiza-se o **protótipo do apartamento ou conjunto acabado**. A realização deste apartamento modelo acontece após o protótipo de alvenaria e prevê-se que seja simulado pelo menos um tipo de cada unidade existente no empreendimento. Além disso, realiza-se este protótipo, assim como os demais, no primeiro pavimento tipo para evitar que erros ou futuras modificações de projetos tenham sido replicados em outros pavimentos. A instalação dos acabamentos, bancadas, louças, metais e soleiras são necessários para a verificação e sugere-se que se simulem os móveis como geladeira, fogão e aquecedor de passagem de água com caixotes executados com placas de drywall. A validação do apartamento acabado é realizada pelo coordenador da obra, por um representante do Departamento da Qualidade, pelo responsável pela obra no departamento de projetos, por um representante do departamento de instalações, por um representante do departamento voltado à entrega das unidades aos clientes externos, por um representante do departamento de assistência técnica, por um representante do departamento de produto e pela equipe de engenharia da obra.

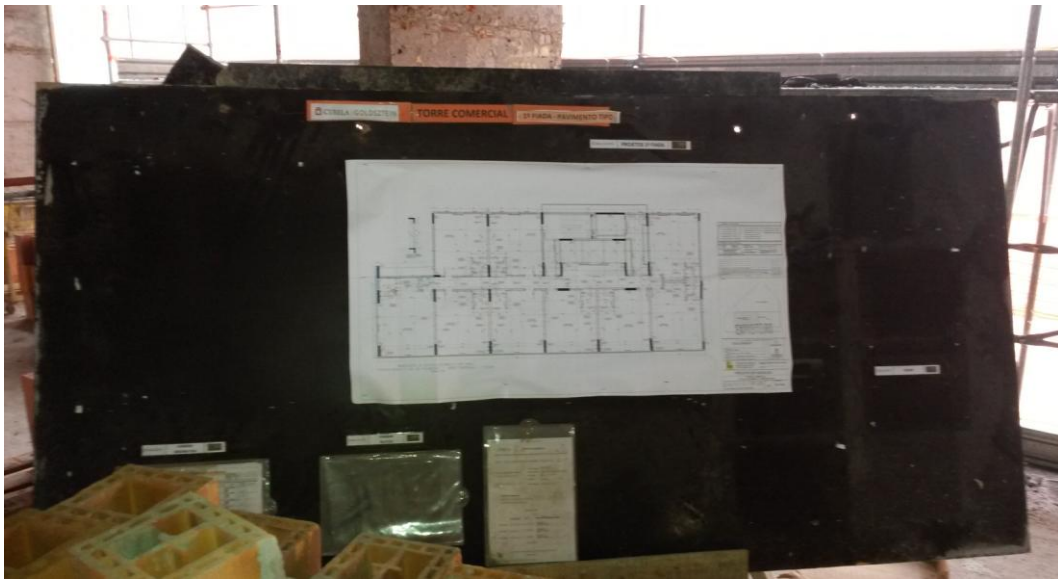
Além do protótipo anterior, realiza-se o **protótipo das instalações do apartamento ou conjunto comercial**. Verifica-se, através dos *shafts* abertos, sem a execução de forro e sancas, as instalações elétricas e hidráulicas. Da mesma forma que o anterior, a quantidade de unidades a serem verificadas deve ser igual ao número de tipologias existentes na obra. A avaliação deste protótipo é realizada pelo coordenador da obra, por um representante da qualidade, por um representante do Departamento de Instalações e pela equipe de engenharia da obra.

Por fim, realiza-se o **protótipo de entrega da unidade**. Este acontece na unidade com a maior área útil e se faz necessária a conclusão da unidade. Nesta atividade, é realizada a vistoria pelo departamento voltado à entrega das unidades aos clientes para garantir a qualidade final do produto e a satisfação dos clientes externos. Participam deste protótipo os mesmos membros do protótipo do apartamento ou conjunto acabado, citado anteriormente, porém a validação final acontece pelo representante do departamento voltado à entrega das unidades aos clientes externos. No decorrer desta reunião de avaliação do protótipo de entrega da unidade, são definidas as diretrizes e parâmetros para aceitação como concluída das demais unidades residenciais ou comerciais da obra.

7.2.2 Projetos disponibilizados nos locais de trabalho

A disponibilização dos projetos de execução no local de trabalho facilita o acesso às informações e, conseqüentemente, evita possíveis erros por não verificação dos mesmos. De fato, conforme relatado pelo engenheiro da obra A, os colaboradores os consultam mais vezes no decorrer das tarefas quando estão acessíveis nos locais de execução. Fixa-se, portanto, os projetos em cavaletes, conforme figura 17, nas paredes ou em bancadas próximas ao local de trabalho. Quando nenhuma destas soluções podem ser adotadas, entrega-se ao encarregado do serviço uma cópia dos projetos e solicita-se que estas estejam disponíveis a consulta da equipe de produção.

Figura 17 – Cavaletes com projetos



(fonte: foto do autor)

7.2.3 Pintura das vistas da alvenaria nas vigas

Com o intuito de, posteriormente, facilitar a execução das alvenarias, pinta-se as vistas correspondentes do projeto de modulação nas vigas, preferencialmente após o chapisco rolado, conforme a figura 18.

Figura 18 – Número da vista pintada na viga



(fonte: foto do autor)

Este processo inicia após a desforma das vigas. A atividade é realizada por um membro da equipe de engenharia da obra, normalmente o estagiário ou assistente técnico, que demonstra a posição de cada vista representada no projeto de modulação ao colaborador da produção, o qual pintará o número correspondente. Após, o operador do elevador cremalheira utiliza esta indicação para posicionar a quantidade exata de blocos no local onde devem ser utilizados e o pedreiro para verificar no projeto de modulação as posições dos blocos.

7.3 Ferramentas visuais destinadas ao planejamento e controle da produção

7.3.1 Gestão à vista no escritório e no canteiro de obras

A adoção de quadros visuais com os principais indicadores, também conhecidos como quadros de gestão à vista, são utilizados para permitir o acesso amplo às informações. Além disso, a utilização deste tipo de dispositivo visual, conforme citado por Packer e Suski (2010), incentiva a autonomia dos colaboradores ao possibilitar a estes a participação nas decisões.

A empresa promoveu seminários com os engenheiros das obras com o intuito de padronizar os quadros de indicadores no escritório da obra e também no acesso ao canteiro. Contudo, manteve-se a liberdade da equipe de engenharia residente para adicionar as informações necessárias aos dispositivos de gestão à vista no escritório da obra, visto que no seminário definiram-se apenas os dados essenciais para a gestão. A figura 19, abaixo, apresenta um painel fixado na parede do escritório de engenharia de uma das obras, o local onde é realizado o planejamento, que contém um conjunto de informações sobre o planejamento e controle da produção. A seguir, são descritas as informações que os quadros de gestão à vista das obras visitadas possuem e como são atualizadas.

Figura 19 – Exemplo de gestão à vista do escritório da obra

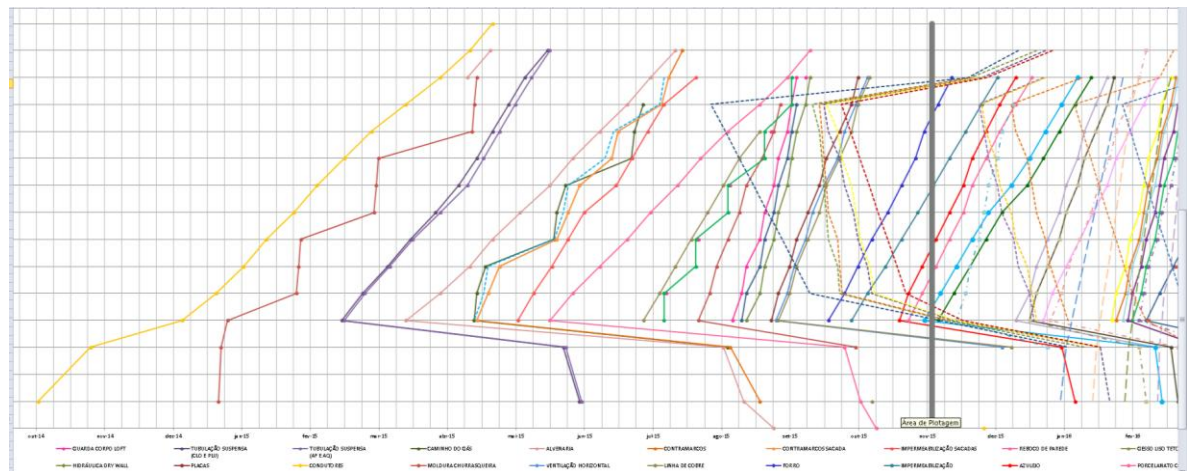


(fonte: foto do autor)

Neste painel, são disponibilizados os planos de longo prazo, de médio prazo e de curto prazo da obra. O primeiro é elaborado no *software* MSProject e tem como horizonte todo o período de execução da obra. Já o segundo, também conhecido como *look ahead* tem como horizonte 3 meses e seu principal papel é identificar e remover restrições (BALLARD, 1997). Por fim, o plano de curto prazo tem horizonte semanal. Além disso, são disponibilizados neste painel o planejamento da logística de materiais, mapas de contratações, a linha de balanço e programações de concreto são outros dados que compõem esta parcela do mural de gestão à vista.

A linha de balanço, ver figura 20, consiste em uma ferramenta de controle de trabalho em progresso, servindo também para evitar sobreposições de atividades ou início de atividades sem os requisitos necessários. No decorrer do planejamento inicial da obra, vincula-se as datas do MsProject do início, em cada pavimento, das principais atividades com a linha de balanço. Esta relação é utilizada para verificar se não há coincidência da data de início de outra atividade ou se não foram removidas todas as restrições. Além disso, através da análise da linha de balanço, pode-se observar o balanceamento das atividades e, conseqüentemente os ritmos de produção de cada atividade.

Figura 20 – Linha de Balanço



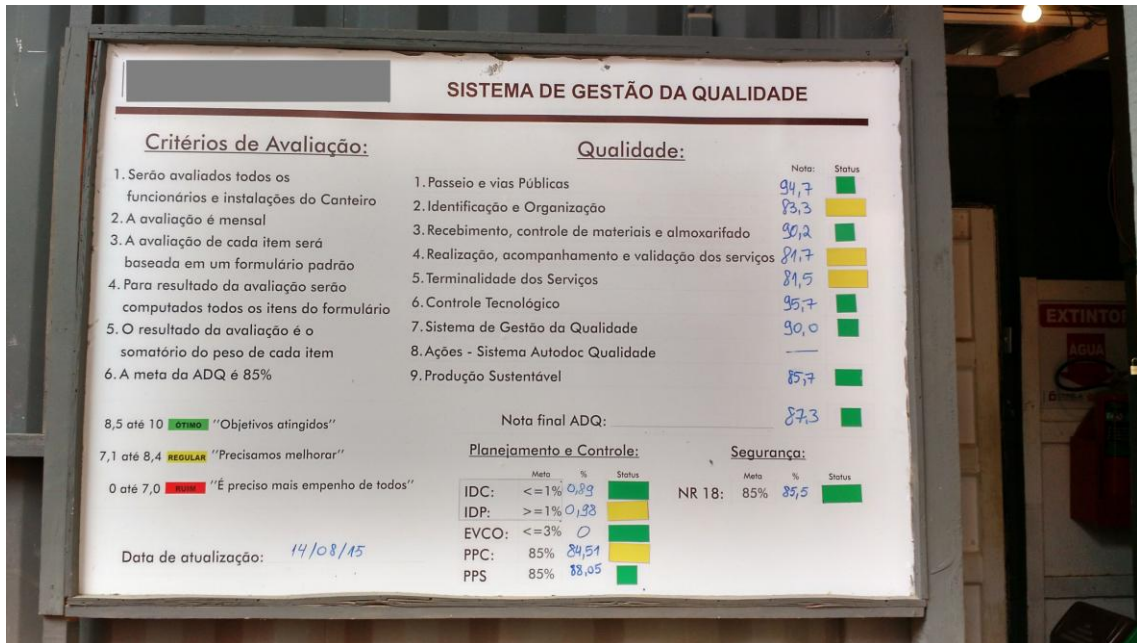
(fonte: elaborada pela empresa)

No decorrer da obra, a utilização desta ferramenta serve para a equipe técnica visualizar as datas de início e término previstos para as atividades por pavimento, bem como para o início do serviço seguinte. O conhecimento destas datas auxilia na programação da contratação de material e mão de obra necessária para a execução. Ademais, é possível simular a diminuição do prazo de execução dos serviços, através, por exemplo, do incremento da equipe de produção ou de mudança no método construtivo. Esta análise permite visualizar o impacto no ritmo dos serviços (inclinação das curvas na linha de balanço) e, desta maneira, auxiliar a recuperar o prazo da obra e evitar a postergação da mesma além do planejado.

No que se refere à medição de desempenho, são fixados indicadores mensais de custo, prazo, qualidade e segurança da obra. Ademais, mantêm-se atualizado os projetos, o calendário de dossiês, o mapa do *layout* do canteiro e o resumo do quadro de qualidade percebida, o qual é explicado abaixo. O calendário de dossiês serve para sinalizar a data que a obra deve enviar o dossiê de contratação para o setor de orçamento e departamento. Neste dossiê, comparam-se as quantidades e preços unitários com os orçados e verificam-se os motivos para economia ou estouro na contratação dos principais serviços adotados pela empresa. Há outros dados, de caráter provisório e que variam de acordo com a etapa da obra, tais como o controle de f_{ck} do concreto, o controle de consumo de argamassa, controle de produtividade, controle de perdas de aço e concreto, podem estar também disponíveis nas paredes do escritório.

Há também quadros de gestão à vista localizados no acesso ao canteiro de obras, voltados aos colaboradores da produção (trabalhadores, encarregados, subempreiteiros) e aos visitantes, conforme figura 21.

Figura 21 – Exemplo de quadro de gestão à vista no canteiro de obras



(fonte: foto do autor)

As informações disponibilizadas nestes quadros e, portanto, acessíveis a todos os colaboradores e visitantes são:

- dados da obra e da equipe técnica responsável;
- indicadores de custo e prazo;
- percentual de pacotes de serviços concluídos (PPC);
- percentual de pacotes de segurança concluídos (PPS);
- efetivo diário;
- número de acidentes de trabalho mensal no canteiro;
- notas da qualidade;
- qualidade percebida.

A nota da qualidade é determinada mensalmente para cada uma das obras da empresa através do preenchimento da planilha Avaliação de Desempenho da Qualidade (ADQ), ver figura 22.

Figura 22 – Planilha Avaliação de Desempenho da Qualidade

Sistema de Gestão da Qualidade

FOR.QED.02
Rev.: 04

Avaliação de Desempenho da Qualidade

Empreendimento: _____ **Data:** _____ **Nota Geral >>** **100,0** 

Coordenador: _____ **Serviço em Andamento:** Fachada

Engenheiro: _____ **Fundação:** Impermeabilização

Estagiário: _____ **Avenaria de vedação:** Instalações - Elétrica e Hidráulica

Mestre: _____ **Dry Wall:** Pintura

Encarregado Administrativo: _____ **Esquadria de Alumínio:** Revestimento Cerâmico

Almoxarife: _____ **Forro de Gesso:** Reboco Interno

Supervisor / Encarregado: _____ **Estrutura de Concreto:** Outro(s): _____

:: Quadro Resumo		Sim	Não	Parcial	N.A.	Peso	Nota	Avaliação	
1.	Passeio e Vias Públicas	8	0	0	0	0,5	100,0	Bom	
2.	Identificação e Organização	11	0	0	0	0,5	100,0	Bom	
3.	Recebimento, Controle de Material e Almoxarifado	24	0	0	0	1,5	100,0	Bom	
4.	Realização, Acompanhamento e Validação do Serviço	38	0	0	1	2	100,0	Bom	
5.	Terminalidade de Serviços	7	0	0	0	1,5	100,0	Bom	
6.	Controle Tecnológico	10	0	0	0	1,5	100,0	Bom	
7.	Sistema de Gestão da Qualidade	7	0	0	0	1	100,0	Bom	
8.	Ações - Sistema AutoDoc Qualidade	2	0	0	4	0,5	100,0	Bom	
9.	Produção Sustentável	10	0	0	0	1	100,0	Bom	

(fonte: elaborada pela empresa)

Um representante do departamento de qualidade avalia os canteiros de obra de acordo com os itens abaixo determina a nota do canteiro através de uma média ponderada:

- a) passeio e vias públicas;
- b) identificação e organização;
- c) recebimento, controle de material e almoxarifado;
- d) realização, acompanhamento e validação do serviço;
- e) terminalidade de serviços;
- f) controle tecnológico;
- g) sistema de gestão da qualidade;
- h) ações - sistema AutoDoc Qualidade;
- i) produção sustentável.

Cada um destes itens que compõem a nota da ADQ possuem critérios pré-estabelecidos de avaliação e pesos. Portanto, as notas de cada um dos itens são geradas através do preenchimento destes critérios e, posteriormente, a média ponderada dos itens resulta na nota do canteiro de obras. A figura 23 demonstra o exemplo das regras que compõem a avaliação do item passeio e vias públicas

Figura 23 – Critérios avaliação Passeio e Vias Públicas

1. Passeio e Vias Públicas					
Item/Descrição	Peso	Realizado?	Nota	Observação e / ou evidências	
1.1	O fechamento perimetral do empreendimento está totalmente instalado e em boas condições?	20	Sim	20	
1.2	A limpeza e conservação do estado físico do passeio público, está garantido em todo o entorno do empreendimento?	20	Sim	20	
1.3	Existe um portão de entrada para pedestres, exclusivo e devidamente identificado e com número?	10	Sim	10	
1.4	O trajeto de acesso para funcionários, visitantes, fornecedores e clientes (pedestres), está desobstruído e em boas condições?	20	Sim	20	
1.5	O controle de acesso de visitantes está sendo preenchido diariamente e a cada visita? É exigido o documento de identificação com foto?	10	Sim	10	
1.6	Existe acesso exclusivo para veículos, identificado e desobstruído, assim como a sinalização da velocidade máxima permitida (10 Km/h)?	05	Sim	05	
1.7	A instalação das caçambas estacionárias estão no interior do canteiro, de modo a não poluir a calçada ou rua?	10	Sim	10	
1.8	A área do estacionamento está identificado e delimitada de forma que não prejudique a acessibilidade?	5	Sim	5	

(fonte: elaborada pela empresa)

O quadro de qualidade percebida (figura 24), é um das principais ferramentas de gestão à vista no canteiro de obras. O objetivo desta é avaliar semanalmente os empreiteiros conforme os cinco critérios escolhidos pela empresa:

- a) prazos e metas: está vinculado diretamente ao cronograma de obra;
- b) segurança e EPI: caracteriza o correto uso dos equipamentos de segurança e atitude pró ativa com relação à segurança;
- c) qualidade do serviço: caracteriza conservação de ferramentas, organização e atitude pró ativa com relação à qualidade;
- d) colaboração: caracteriza o interesse do empreiteiro em colaborar com as diretrizes da empresa e dos respectivos representantes da empresa neste empreendimento;
- e) limpeza e organização: caracteriza a limpeza do ambiente de trabalho.

Cada linha do quadro corresponde a um subempreiteiro diferente no canteiro de obras. As regras para avaliação estão disponíveis na lateral do quadro e os resultados são expressos nas cores verde, amarela e vermelha para facilitar a compreensão.

resultados das avaliações são enviados mensalmente ao escritório para, no fim do ano, premiar as subempreiteiras que mais pontuaram.

Nos ambientes de produção, nota-se a utilização de gestão a vista próximo as argamassadeiras (figura 25). Neste placar indica-se o operário capacitado a operar o equipamento e os equipamentos de segurança necessários. Além disso, os materiais e suas quantidades necessárias para realizar o traço desejado de argamassa são apresentados neste dispositivo visual.

Figura 25 - Gestão a vista na argamassadeira



(fonte: adaptada pelo autor)

7.3.2 Quadro de controle das posses das ferramentas

A utilização do quadro de controle das ferramentas (figura 26) possibilita, rapidamente, saber quais ferramentas foram retiradas pelos colaboradores da produção. Através da inserção de algum documento com foto no espaço correspondente a ferramenta, o almoxarife da obra C controla a entrada e saída destas ferramentas. Ao fim do expediente de trabalho, estas devem ser devolvidas ao almoxarifado e os documentos são entregues aos donos. Entretanto, se a ferramenta não é devolvida, o documento fica retido e esta informação é comunicada ao superior do colaborador.

Figura 26 – Quadro de controle das posses das ferramentas



(fonte: adaptada pelo autor)

Nas demais obras, o controle das ferramentas se dá por preenchimento de planilhas com nome e assinatura. Tais planilhas são preenchidas manualmente e não são visíveis a todos os colaboradores, sendo um controle muito menos transparente que este descrito acima.

7.3.3 Kanban

A aplicação de *Kanban*, no decorrer das obras é fortemente incentivado pelo Departamento de Qualidade da empresa construtora. Apesar de não existir procedimentos padrões explicando como utilizar esta ferramenta, encontra-se, no repositório virtual da empresa, a maioria das planilhas que devem ser utilizadas. Ademais, conforme relatado pelos engenheiros das obras estudadas, esta é uma prática antiga e difundida no quadro técnico da empresa. A seguir são descritos os diferentes tipos de *kanbans* utilizados nos durante a realização das obras.

O uso do **kanban de Fachada** auxilia no controle da quantidade de argamassa consumida para o reboco externo de cada pavimento. Antes de iniciar a execução do revestimento da fachada, levanta-se a quantidade necessária de argamassa para cada pavimento e divide-se pelo lote padrão, o qual consiste em 20 sacos. A equipe de engenharia da obra elabora a planilha de controle (figura 27), com o número de lotes padrão para cada pavimento. Posteriormente fixa-se esta planilha na parede de entrada do depósito de argamassa e o operador do elevador cremalheira é treinado para realizar o abastecimento e o preenchimento desta planilha.

Figura 27 – Exemplo de planilha de controle do *kanban* Fachada

		PROGRAMA DE QUALIDADE										LOGO DA OBRA:				
		KAN BAN FACHADA (reboco externo)										DATA: 28/05/2010 REV00				
PAVIME NTO	data	MASSA	CARGAS										EXTRAS	PORQUÊ ?		
		GROSSA														GROSSA
6º		700	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
			20	20	20	20	20									
5º		700	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20									
4º		700	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20									
3º		700	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20									
2º		700	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
			20	20	20	20	20									
Comentários:		Espessura média: 2,8cm														















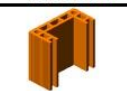







(fonte: elaborado pela empresa)

O operador da argamassadeira diariamente solicita a quantidade de sacos necessária para o pavimento em que será realizada a atividade de revestimento externo ao operador do elevador cremalheira. Este divide a quantidade de sacos solicitada pelo lote padrão e marca na planilha no depósito de argamassa. Nota-se que, caso a solicitação seja maior do que 20 sacos, o que normalmente ocorre, o operador do elevador marcará mais de uma vez na planilha e realizará o número de viagens necessárias entre o depósito e o pavimento em que se encontra a argamassadeira. Além disso, o almoxarife verifica diariamente a planilha impressa e determina se deve solicitar mais argamassa ao fornecedor. Por fim, caso o consumo de argamassa em algum pavimento seja maior do que o estimado pela equipe de engenharia, o operador do elevador cremalheira deverá solicitar ao engenheiro da obra a liberação para transportar a quantidade excedente e anotar a mesma na planilha.

O **kanban de argamassa para assentamento** e o **kanban de reboco interno** também são utilizados para controlar o consumo de argamassa, porém para assentamento de tijolos e para reboco interno respectivamente. Utiliza-se o mesmo lote padrão e o responsável pelo preenchimento da planilha e abastecimento dos pavimentos também é o operador do elevador cremalheira. Logo, o modelo de planilha é similar, alterando-se apenas o cabeçalho e a quantidade de lotes por pavimento. A forma de operação desta ferramenta é semelhante à apresentada anteriormente.

O **kanban de alvenaria** é utilizado para controlar a quantidade de blocos de alvenaria que devem subir para cada pavimento tipo. Antes de começar a atividade, a equipe de engenharia da obra quantifica os diferentes tipos de blocos que são utilizados em cada vista nos pavimentos tipo da torre com o auxílio do projeto de modulação e do protótipo realizado. Após, monta-se uma planilha (figura 28) para cada vista, com a respectiva relação de blocos e elabora-se o caderno de vistas.

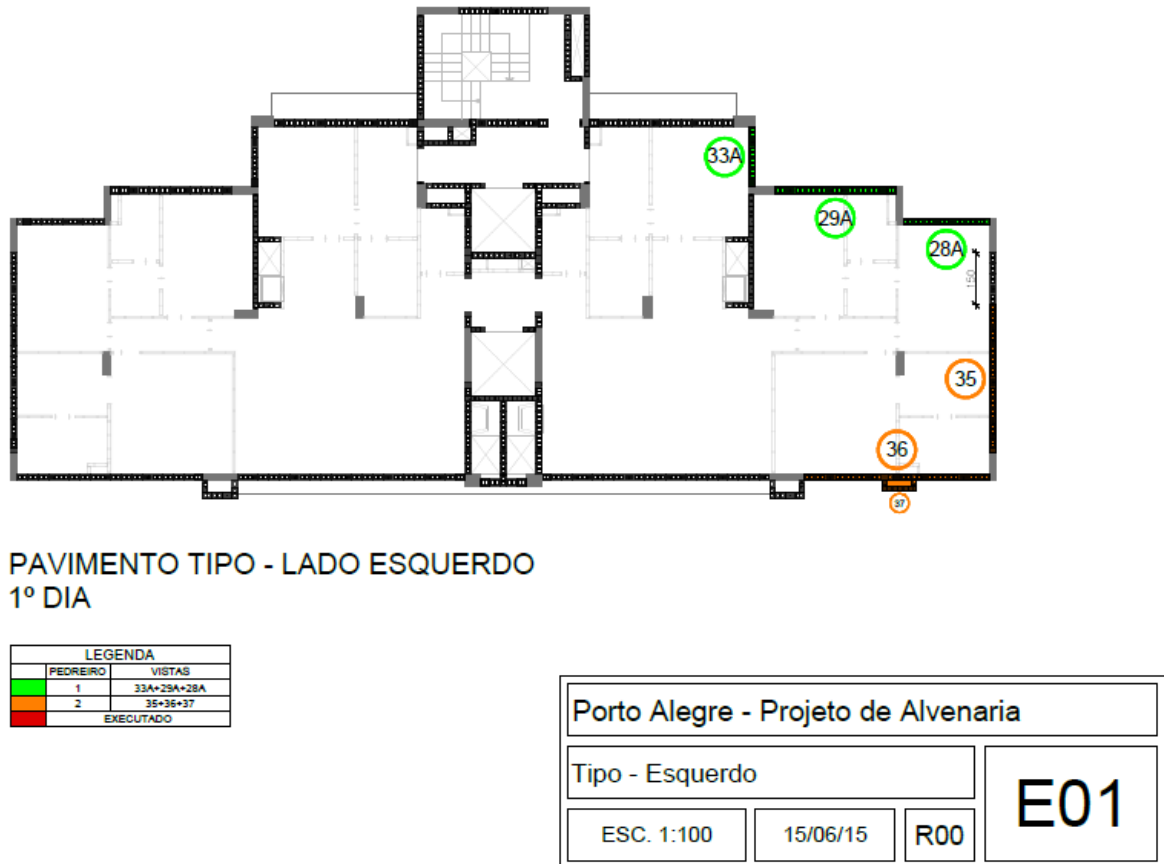
Figura 28 – Exemplo de planilha de controle do *Kanban* de alvenaria

PROGRAMA DE QUALIDADE		NOME DA OBRA	
KANBAN DE ALVENARIA Rev00, 28/09/10			
PAREDE (VISTA):		TORRE _	
1		PARA 1 (UM) APARTAMENTO	
APARTAMENTO FINAL: __		Engº:	
		Mestre:	
		Guincheiro:	
		Empreiteiro:	
		Encarregado:	
MATERIAIS PARA ELEVAÇÃO DE PAREDES			
BLOCO 14	QUANT.	BLOCO 19	QUANT.
 BE 141929.00 14.19.29.00		 BE 191929.00 19.19.29.00	13
 BE 142919.00 14.29.19.00 CUNHA	5	 BE 192919.00 19.29.19.00 CUNHA	1
 BE 141924.00 14.19.24.00		 BE 191924.00 19.19.24.00	14
 BE 141921.00 14.19.21.00		 BE 191921.00 19.19.21.00	10
 BE 141914.00 14.19.14.00		 BE 191914.00 19.19.14.00	15 3 T
 BE 141904.00 14.19.04.00		 BE 191904.00 19.19.04.00	12
 BE 141909.00 14.09.09.00		 BE 190929.00 19.09.29.00	
 BE 140929.00 14.09.29.00		 BE 191909.00 19.19.09.00	
		BLOCOS ELÉTRICA 14	
		 BE 141929.21 14.19.29.21	
		 BE 141929.11 14.19.29.11	
		BLOCOS ELÉTRICA 19	
		 BE 191929.11 19.19.29.11	
		 BE 191929.21 19.19.29.21	
		PEITORIL DE CONCRETO	
		 VÃO 1,31	
		TAMPA AR CONDICIONADO	
			
		TAIPÁ DE CONCRETO	
			
		OBSERVAÇÕES:	

(fonte: foto do autor)

Posteriormente, elabora-se o cronograma de execução das vistas e o projeto de execução da alvenaria do pavimento tipo (figura 29).

Figura 29 – Exemplo de projeto de execução de alvenaria






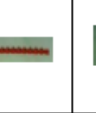




(fonte: elaborado pela empresa)

Assim como nos *kanbans* anteriores, o responsável pelo abastecimento e operação desta ferramenta é o operador do elevador cremalheira. Uma cópia do caderno e do cronograma de vistas fica com o operador para auxiliá-lo na função designada. A ideia deste dispositivo visual é que a quantidade exata de blocos seja depositada próximo a cada parede antes do início da atividade. Além disso, em cada pavimento há um cavalete com o projeto de modulação da alvenaria e o de execução das vistas.

A utilização do **kanban de frames** serve para controlar as quantidades dos insumos necessários para montar a estrutura do *drywall*. Primeiramente, a equipe de engenharia quantifica pelo projeto e pelo protótipo realizado a quantidade de guias, montantes, parafusos, tiros, buchas e platinas necessárias para elaborar os apartamentos de cada pavimento e elabora as planilhas, conforme figura 30, com as quantidades correspondentes.

Figura 30 – Exemplo de planilha de controle do *Kanban* de frames

PROGRAMA DE QUALIDADE		Rev00 28/09/2010							
CONTROLE DE ESTOQUE / SAÍDA DE MATERIAL									
Nome da obra:		Torre:		Data:					
KANBAN PAREDES DRY-WALL									
APTO.	PARA 1 APARTAMENTO		PARA 1 PAVIMENTO						
	GUIA 75	MONTANTE 75	PARAFUSO TF 212 x 45	PARAFUSO RT 421 x 9,5	PINO LISO S 23 DW 27	TIRO cartucho amarelo	BUCHA Nº 5	PLATINA	DATA ENTREGA
									
	PEÇAS	PEÇAS	PACOTES	PACOTES	PACOTES	CAIXAS	PACOTES	PEÇAS	
801	21	98,5	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	24 por pavimento	15/abr
802	21	98,5							
803	16	76,5							
804	22	101,5							
901	22	101,5	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	24 por pavimento	09/abr
902	22	101,5							
903	22	101,5							
904	22	101,5							
1001	22	101,5	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	1 por pavimento	24 por pavimento	06/abr
1002	22	101,5							
1003	24	107,5							
1004	22	101,5							
TOTAL	258	1193							

(fonte: foto do autor)

Estas planilhas são entregues ao operador do elevador cremalheira e, no decorrer da produção, este disponibiliza as quantidades exatas nos pavimentos. Além disso, anota-se a data que as quantidades foram entregues, permitindo, posteriormente, obter os tempos de montagem.

Após o *kanban de frames*, utilizam-se o *kanban de placas* e o *kanban de forro* para controlar as quantidades de placas de *drywall* e os painéis de gesso para teto, que são utilizadas em cada pavimento respectivamente. Da mesma forma que nos demais processos, quantificam-se pelos projetos e pelo protótipo realizado as quantidades, de acordo com os tipos das placas de gesso acartonado e painéis por apartamento e elaboram-se as planilhas de quantidades, a qual é semelhante ao *kanban* anterior. Além disso, conhecendo-se os consumos dos outros materiais necessários para a montagem (cola, massa rejunte e fita), quantificam-se estes também. Por fim, assim como nos demais *kanbans*, o operador do elevador cremalheira fica responsável pelo controle destas quantidades e abastecimento dos pavimentos.

O uso do *kanban de azulejos* e do *kanban de cerâmica de piso* para controlar as quantidades das diferentes especificações destes materiais também auxilia na gestão das obras da empresa.

Após a medição das quantidades e elaboração das planilhas, conforme figura 31, estas planilhas são entregues ao almoxarife e ao operador do elevador cremalheira.

Figura 31 – Exemplo de planilha de controle do *Kanban* de azulejos

SISTEMA DE GESTÃO									
CONTROLE DE ESTOQUE / SAÍDA DE MATERIAL									
pg 01/02									
TORRE A									
revisão 00 - 28/05/10									
KANBAN AZULEJO									
COMODO	COZINHA		LAVANDERIA		BANHEIRO SOCIAL		BANHEIRO CASAL		CIMENTO COLA SACOS
TIPO	WH. WAVE MATTE		WH. WAVE MATTE		TEX. RISCÁ WHITE		WH. WAVE MATTE		
TAMANHO	CAIXAS	PEÇAS	CAIXAS	PEÇAS	CAIXAS	PEÇAS	CAIXAS	PEÇAS	
APTO.	CAIXAS	PEÇAS	CAIXAS	PEÇAS	CAIXAS	PEÇAS	CAIXAS	PEÇAS	SACOS
201	12	2	10	14	10	-	10	-	18
202	12	2	10	14	10	-	10	-	18
203	12	2	10	14	10	-	10	-	18
204	12	2	10	14	10	-	10	-	18
301	12	2	10	14	10	-	10	-	18
302	18	9	10	14	10	-	10	-	19,5
303	12	2	10	14	10	-	10	-	18
304	12	2	10	14	10	-	10	-	18
401	12	2	10	14	10	-	10	-	18
402	12	2	10	14	10	-	10	-	18
403	12	2	10	14	10	-	10	-	18
404	12	2	10	14	10	-	10	-	18
501	12	2	10	14	10	-	10	-	18
502	12	2	10	14	10	-	10	-	18
503	12	2	10	14	10	-	10	-	18
504	12	2	10	14	10	-	10	-	18
601	12	2	10	14	10	-	10	-	18
602	12	2	10	14	10	-	10	-	18
603	12	2	10	14	10	-	10	-	18
604	12	2	10	14	10	-	10	-	18

(fonte: foto do autor)

Como este material tem maior variação de modelos e preços unitários mais elevados do que os anteriores, há também o controle do almoxarife, o qual fornece as quantidades exatas, ao operador do cremalheira. Portanto, neste caso, o operador é apenas responsável pelo abastecimento dos apartamentos com as quantidades e modelos exatos. Nota-se que no apartamento 302, a quantidade de azulejo na cozinha é diferente dos demais tipos porque este é um apartamento modificado. Contudo, a quantidade exata para este apartamento, já prevendo a modificação, está na planilha.

Por fim, há também os **kanbans de louças, interruptores elétricos e metais**. A elaboração das planilhas de quantidades, as quais seguem o mesmo modelo do *Kanban* de azulejos, acontecem também anteriormente a execução da instalação destes itens controlados. Devido ao custo destes materiais, o controle e, portanto, a cópia das planilhas de quantidades fica ao encargo do almoxarife da obra. O operador do elevador cremalheira apenas abastece os apartamentos com as quantidades exatas.

7.3.4 Passagem do bastão

A ferramenta denominada Passagem do Bastão consiste em uma folha fixada na entrada do apartamento ou conjunto comercial com os principais serviços relacionados às paredes de *Drywall* (figura 32).

Figura 32 – Exemplo de planilha de Passagem do bastão

	RESPONSÁVEL	visto	DATA ENTRADA	DATA SAÍDA	Aprovado empreiteiro	DATA REVISÃO	Aprovado Engenheiro	DATA REVISÃO
FRAMES	Acob		23.11.10	30.11.10				
BANDA ACÚSTICA	Acob		23.11.10	30.11.10				
ELETRICA								
HIDRÁULICA								
TESTE - HIDRÁULICA								
AR CONDICIONADO								
PLACAS								
FITAMENTO								
FORRO								
REGULARIZAÇÃO DO BOX								
IMPERMEABILIZAÇÃO								
PROTEÇÃO MECÂNICA								
AZULEJO								
REJUNTE AZULEJO								
CERÂMICA								
REJUNTE CERÂMICA								

APARTAMENTO PADRAO

(fonte: foto do autor)

Nas colunas, o operário que executará o serviço coloca o seu nome, o horário que iniciou a atividade e terminou. Posteriormente, o seu superior assina a conferência da atividade realizada. Por fim, o engenheiro, assistente técnico ou estagiário confere também o serviço realizado e assina aprovando o serviço.

Nota-se que se a atividade não for aprovada, a comunicação deste fato é realizada oralmente ao operário que realizou o serviço. Contudo, não há o controle nesta planilha desta informação e, portanto, um serviço que não está assinado pode significar que não foi conferido ou não foi aprovado.

O controle das atividades aprovadas é realizado através da planilha Quadro de Conferência – Passagem de bastão (Figura 33). Nesta planilha, nas colunas estão os serviços e as linhas representam os pavimentos. Anota-se a data que o serviço é concluído no pavimento e, dessa maneira, controla-se a terminalidade dos serviços nos pavimentos.

Figura 33 – Quadro de Conferência – Passagem de bastão

Quadro de Conferência - Passagem de Bastão																
TORRE FLAT																
PAVIMENTO	FRAMES	BANDA ACÚSTICA	ELETRICA	HIDRÁULICA	TESTE - HIDRÁULICA	AIR CONDICIONADO	PLACAS	PITAMENTS	FORRO	REGULARIZAÇÃO DE BOA	REPEREÇÃO LEIÇÃO	PROTEÇÃO MECÂNICA	ADUJUG	REJUNTE AZULEJO	CERÂMICA	REJUNTE CERÂMICA
20º Pav																
19º Pav																
18º Pav		02/11	02/11													
17º Pav		10/11	10/11													
16º Pav		04/11	04/11													
15º Pav																
14º Pav																
13º Pav																
12º Pav		01/11	05/11	05/11												
11º Pav																
10º Pav																
9º Pav																
8º Pav																
7º Pav																
6º Pav																
5º Pav																
4º Pav																
3º Pav																

(fonte: foto do autor)

7.3.5 Tapete para demarcação dos furos

A utilização de pedaços de pisos vinílicos, similarmente a tapetes, para locar as esperas nas lajes dos pavimentos tipo é comum nas obras da empresa estudada. A ideia consiste em montar uma espécie de gabarito, visto que a posição exata do furo já está demarcada no piso

vinílico e o local onde este piso deve ser posicionado, por exemplo, entre pilares pré-estabelecido.

Apesar de inicialmente parecer que este tapete funciona como um *poka-yoke*, nota-se que, se o posicionarmos no local errado, a marcação dos furos não serão corretas. Portanto, este dispositivo pode falhar e, conforme a definição apresentada por Saurin *et al.* (2012), não pode ser classificado como um dispositivo a prova de falhas ou *poka-yoke*.

Galsworth (1997) define que os dispositivos do tipo controle visual não apenas apresentam ou enviam uma informação, mas também impactam diretamente no comportamento esperado. Ainda esta mesma autora afirma que este tipo de ferramenta restringe as opções de escolha através das limitações físicas impostas. Desta maneira, ao utilizarmos o tapete, o qual limita os locais onde devem ser realizados os furos nas lajes, estamos utilizando uma ferramenta de controle visual.

7.3.6 Platina perfurada

Assim como a ferramenta anterior, a platina perfurada também é classificada como um dispositivo de controle visual. Através da perfuração do diâmetro do tubo hidráulico em uma placa metálica, conhecida também como platina, e da fixação da placa na altura desejada na estrutura do *drywall*, garante-se que as instalações hidrossanitárias estejam na posição correta e também no diâmetro correto. Contudo, deve-se tomar o cuidado de fixar a platina perfurada na altura correta, uma vez que o posicionamento errôneo ocasionará na instalação incorreta dos tubos hidrossanitários.

8 ANÁLISE CRÍTICA DAS FERRAMENTAS VISUAIS ESCOLHIDAS

Com base na observação e compreensão das ferramentas visuais utilizadas nas três obras estudadas, neste capítulo são feitas as análises críticas de três ferramentas: *kanban*, prototipagem, e gestão à vista. Conforme mencionado no capítulo 6, estas foram escolhidas por serem as mais impactantes no aumento da transparência nos canteiros de obra da empresa. Ademais, na percepção do autor e dos colaboradores da construtora, dentre as ferramentas visuais citadas, estas são as mais importantes na gestão das obras e são as ferramentas com maiores possibilidades de ganho, visto que a presença e o impacto destas nas atividades realizadas nos canteiros de obra é constante.

8.1 Análise crítica da ferramenta visual *Kanban*

Apesar do incentivo à utilização do *kanban* pelo Departamento de Qualidade da empresa, observou-se que nem todos os dispositivos visuais utilizados pela construtora seguem a definição clássica de *kanban*. Conforme citado anteriormente, este não deve ser apenas um meio para solicitar a quantidade desejada de insumos, mas uma forma de controlar a utilização dos materiais para detectar rapidamente problemas na execução do processo. Entretanto, constatou-se nas obras estudadas que os *kanbans* de fachada, argamassa para assentamento e reboco interno cumprem apenas o papel de solicitação de materiais, sem necessariamente assumir o importante papel de controle. De fato, no decorrer da atividade, o operador da argamassadeira solicita a quantidade desejada de sacos e o operador do elevador cremalheira divide em cargas múltiplas do lote padrão, estes de 20 sacos, e entrega no pavimento.

Após a constatação de que, em vários momentos, o operador do elevador cremalheira entrega quantidades muito superiores aos 20 sacos, buscou-se entender o porquê deste número para o lote padrão. Ao conversar com alguns dos engenheiros destas obras, e posteriormente com um representante do Departamento de Qualidade, concluiu-se que esta quantidade foi adotada devido à carga máxima que alguns modelos de elevador cremalheira suportam. Todavia, para Ohno (1997), o uso de *kanban* serve também para impedir a superprodução e o transporte excessivo. Portanto, o fato de não calcular o tamanho do lote padrão de acordo com a

produtividade possibilita o aumento destas perdas e, por conseguinte, desperdício de material. Ademais, foi relatado por membros das equipes de engenharia das obras estudadas que, quando sobe ao pavimento uma quantidade maior do que a produção diária, a medida tomada é proteger estes sacos para, no dia posterior, continuá-los usando. Relatou-se também que teve raros casos de os sacos não estarem devidamente protegidos no pavimento e, no dia posterior, a equipe de produção verificou que estes estavam molhados e, portanto, inutilizáveis.

Ao questionar a percepção dos engenheiros, assistentes técnicos e estagiários sobre a principal vantagem de utilizar os diferentes *kanbans* nas obras da empresa, todos responderam que era o aumento do controle do material utilizado e, por consequência, a diminuição do desperdício. Observa-se que a utilização de apenas a quantidade inicial prevista dos insumos nem sempre acontece. Porém, apenas os *kanbans* de argamassa preveem um local específico para anotar na planilha a necessidade de utilizar mais material do que o previsto. Conforme relatado pelos estagiários da obra C, é anotado, de fato, a quantidade extra de sacos na coluna correspondente da planilha. Porém, a quantidade consumida teórica total, ou seja, o número de lotes utilizados mais a quantidade extra, raramente é igual à quantidade consumida real total. No caso do *kanban* de alvenaria, nota-se que a quantidade inicial de blocos retirados do depósito condiz com a necessária para realizar cada vista. Entretanto, é comum quebrar alguns blocos entre o caminho do depósito e o local de utilização. Consequentemente, a quantidade de blocos retirados do depósito para fazer esta vista tende a ser maior do que a planejada. Apesar disso, não são computados os números de blocos extras utilizadas em cada vista, o que torna o conhecimento da quantidade de extras utilizados apenas no fim do estoque no depósito. Por fim, os demais *kanbans* possuem também perdas não mensuradas. Entretanto, o insumo principal controlado, por exemplo, louças, placas de gesso, metais, possuem baixas perdas, uma vez que são materiais de valores elevados e o seu abastecimento é realizado com base nas quantidades exatas. No caso dos insumos auxiliares nestes *Kanbans*, como, por exemplo, parafusos, argamassas colantes ou cartuchos, há um baixo valor de aquisição e, logo, as perdas não são medidas diretamente.

O *kanban* de alvenaria, conforme observado e relatado por engenheiros das obras, possui inúmeras vantagens na visão destes, representa o melhor exemplo desta ferramenta e possui os melhores resultados apresentados. O propósito de colocar a quantidade exata na frente da vista e planejar a ordem de execução acarreta em:

- a) diminuição de sobrecarga por má alocação de quantidades de blocos na laje;
- b) melhoria na organização da obra;
- c) controle da produção, evitando assim perdas por superprodução;
- d) diminuição da perda por transporte;
- d) aumento da produtividade .

Conclui-se que estas ferramentas, por mais que não mensurem exatamente a quantidade de material utilizada, contribuem simplesmente através do fato de que existe um controle e inibem perdas excessivas, podendo estas ser originadas pelo excesso de material empregado, pela má execução dos serviços ou furtos. Além disso, estes dispositivos auxiliam no planejamento da produção e ao conhecimento do consumo aproximado dos insumos por todos os colaboradores. Por fim, nota-se que, ao estabelecer um responsável pelo fornecimento do material e a determinação da quantidade e especificação clara através de planilhas visuais, evita-se possíveis falhas de comunicação e, por consequência, erros na execução.

8.2 Análise crítica da ferramenta visual prototipagem

O uso da prototipagem vem revelando detalhes de execução possíveis de melhorias, incompatibilidades pontuais entre os projetos e mudanças necessárias nas especificações dos produtos utilizados nas obras estudadas. Além disto, nota-se o aumento da comunicação entre os departamentos, uma vez que diferentes colaboradores participam das reuniões de avaliações dos protótipos.

Apesar dos inúmeros benefícios da participação de diversos colaboradores, constatou-se a dificuldade em conciliar as diferentes agendas para marcar as datas destas reuniões. Este fato ocasiona, esporadicamente, a necessidade de reagendar as datas de realização destes encontros. Porém, os trabalhadores não podem parar a produção no canteiro de obras e, ocasionalmente, a avaliação do protótipo, a qual era prevista acontecer no primeiro pavimento tipo, acontece após a execução de alguns pavimentos tipo. Caso alguma inconformidade seja detectada na reunião, podem ocorrer perdas por retrabalho nos pavimentos tipo já executados.

Diversos relatos das equipes de engenharia das obras visitadas citam casos de equívocos em projetos disponibilizados. Estes são constatados durante a execução dos protótipos e comunicados ao Departamento de Projetos da empresa, o qual é responsável pelo contato com os projetistas terceirizados. Após as correções, os projetos são novamente analisados por este

Departamento e, posteriormente, liberados à consulta pela obra. Este longo ciclo tem-se mostrado, por vezes, complicado de gerir. De um lado, existe a necessidade da disponibilidade de prazo para os projetistas realizarem as correções necessárias. Entretanto, do outro lado há um cronograma físico que deve ser seguido na obra e, portanto, as equipas de produção não podem esperar a resposta para continuar as tarefas previstas. Como resultado, notam-se retrabalhos ou problemas de falta de terminalidade nos serviços executados nos pavimentos posteriores ao analisado na reunião de avaliação do protótipo e no período em que os projetos corrigidos ainda não estavam disponibilizados. Conforme citado anteriormente, o uso de protótipos virtuais utilizando BIM possibilitariam a diminuição de equívocos e de incompatibilidades entre projetos de diferentes disciplinas. Além disto, a prototipagem virtual pode auxiliar no detalhamento dos projetos de produção.

Finalmente, observou-se que, apesar do desenvolvimento de modelos reais de determinados componentes da obra, a prototipagem não é utilizada na empresa estudada como uma referência para equipa de produção. Determinadas empresas vem utilizando a atividade de prototipagem não apenas para detectar falhas ou possibilitar melhorias de processos, mas também para desenvolver uma espécie de amostra do resultado desejado para os trabalhadores (MOURÃO; VALENTE, 2013). Nestas empresas, os modelos são ricos de informações visuais para facilitar a execução dos demais pavimentos tipo e possibilitar aos trabalhadores verificarem o padrão desejado. Greif (1991) cita que a gestão visual deve possibilitar que os trabalhadores puxem, ou seja, observem e interpretem, as informações quando julgarem necessárias. Contudo, verificou-se que os modelos, ao não seguirem esta proposta de exposição do produto aos trabalhadores, são utilizados nas obras visitadas apenas como ferramentas visuais para verificação dos projetos e de algumas práticas construtivas por parte dos participantes da reunião.

8.3 Análise crítica da ferramenta visual gestão à vista

A utilização da prática de gestão à vista nos canteiros de obra da empresa estudada estão divididas, principalmente, entre o escritório de engenharia da obra e o acesso ao canteiro de obras. No primeiro ambiente, as instalações servem como locais de trabalho e, particularmente, de realização de reuniões da equipa de engenharia, esta composta pelos engenheiros, técnicos de edificações, técnicos de segurança, assistentes técnicos e estagiários

residentes. O segundo ambiente consiste no ambiente de circulação comum logo após a portaria e que serve, inevitavelmente, para o acesso ao canteiro de obras.

Inicialmente, verificou-se a quantidade de informações visuais disponíveis nos escritórios das obras visitadas e se estas são atualizadas periodicamente. Observou-se a presença de diversas planilhas e documentos atualizados semanalmente ou mensalmente que, conforme os engenheiros e demais membros das equipes de engenharia das obras, auxiliam na tomada de decisões diariamente. Estes ainda relatam que os dados estão disponíveis a qualquer momento para serem puxados quando necessários. De fato, o engenheiro da obra C apontou dizendo que as informações disponíveis nas paredes são um reflexo do andamento da obra e que, portanto, o conhecimento do estágio e do ritmo da construção pode ser verificado sem a necessidade de sair do escritório.

Posteriormente, analisou-se a gestão à vista próxima da portaria da obra. Conforme relato das equipes de engenharia residentes, as atualizações são realizadas normalmente no fim da semana ou no início do mês pelos assistentes técnicos ou estagiários. Após a análise das informações contidas nestes indicadores, questionaram-se os trabalhadores da produção sobre o entendimento destes percentuais e a utilização destes na melhoria do trabalho. Todos estes colaboradores demonstraram dificuldades em entender todos os dados apresentados e não souberam exatamente como utilizá-los nas suas operações diárias. Além disto, relataram que não houve treinamentos formais sobre estas informações e como aplicá-las nas rotinas diárias de trabalho. Com relação ao quadro de qualidade percebida, ou seja, o quadro de avaliações dos empreiteiros, constatou-se que existe o entendimento da informação transmitida, uma vez que este usa as mesmas cores dos semáforos de trânsito. Contudo, apenas os encarregados relatam utilizar esta informação e questionam a equipe de engenharia sobre as notas recebidas. Ademais, notou-se o desinteresse nesta ferramenta pelos demais trabalhadores, possivelmente também pela falta de contextualização e conscientização da importância desta prática de gestão. Por fim, observou-se que o planejamento semanal e a atribuição dos responsáveis por cumprir as metas não são publicados no canteiro de obras em nenhuma das três obras. Apesar de esta informação ser transmitida aos encarregados de produção na reunião semanal de PPC e estes informarem os demais membros das suas equipes as respectivas metas, a publicação de todas as metas necessárias e, conseqüentemente, o conhecimento destas metas por todos os colaboradores envolvidos nos canteiros de obra contribui com o aumento da transparência de processo.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi realizado em uma empresa que vem se destacando no cenário da construção civil pela utilização de práticas da filosofia *Lean Construction*. Entre as práticas implementadas com sucesso, destacam-se aquelas relacionadas à gestão visual, que são utilizadas rotineiramente nos seus canteiros de obra, contribuindo para aumentar a transparência de processos.

O presente trabalho analisou o papel de um amplo conceito de práticas em uma empresa considerada líder na aplicação de conceitos e princípios da produção enxuta. Ademais, a análise crítica em especial de três ferramentas visuais – *kanban*, prototipagem e gestão a vista – apontou os benefícios e as possibilidades de melhoria.

Observou-se que a adoção de *kanbans* nas obras estudadas com a definição do lote padrão não relacionada à produtividade das equipes de produção pode causar possíveis perdas por retrabalho, superprodução ou transporte e, conseqüentemente, onerar em aumento do custo de construção. Além disso, sugere-se que os dados obtidos através das planilhas sirvam para retroalimentar os demais departamentos da empresa com as informações necessárias para melhorar a eficácia nas próximas obras.

No caso da prototipagem, notou-se a utilização com o intuito de procurar erros de execução ou mudanças de materiais especificados. Entretanto, a prototipagem também pode servir como um modelo físico para os colaboradores, clientes e demais membros. Através da reprodução de um protótipo rico em informações visuais, por exemplo, distâncias, bitolas de canos e detalhes construtivos e acabamentos, os clientes internos e externos podem visualmente perceber o produto final mais facilmente e, no caso dos trabalhadores, reproduzir nos demais pavimentos.

Por fim, notou-se que a capacidade dos operários da produção de compreender os significados dos dados apresentados nas ferramentas de gestão à vista possibilita obter as vantagens definidas do aumento da transparência. Observou-se também a carência de dispositivos visuais no local de produção nos canteiros de obra, o que poderia auxiliar os trabalhadores na

realização de suas tarefas. Ademais, a maior utilização desta ferramenta nos canteiros de obra pode também auxiliar, assim como já é aplicada nas indústrias manufatureiras, na tomada de decisões gerenciais com maiores dados técnicos disponíveis.

Apesar de o presente trabalho evidenciar uma vasta gama de dispositivos visuais adotados pela empresa, nem todas as ferramentas visuais adotadas pela construtora foram observadas durante as visitas aos canteiros de obra. A utilização do tapete para marcação dos furos nas lajes, como as platinas perfuradas não foram observados nas obras visitadas, uma vez que as obras já havia executadas as lajes e estavam no início do *drywall*. Além disso, nota-se o pouco uso de poka-yoke nas obras, uma vez que um dos poucos tipos é o não funcionamento do elevador cremalheira enquanto a porta está aberta.

Contudo, há um consenso entre os gestores de que o principal benefício de utilizar as ferramentas visuais é financeiro, principalmente através da diminuição das perdas de materiais. Entretanto, o conceito de que as informações devem ser disponíveis a todos os presentes no canteiro de obras ainda não é bem compreendido por todos os engenheiros e demais membros das equipes de engenharia residente. Alguns defendem que a equipe de produção tem como principal objetivo produzir o máximo possível através de tarefas pré-estabelecidas. Portanto, o conceito do STP de que a transparência possibilita também o aumento da autonomia dos funcionários vai de encontro a esta ideia.

Percebeu-se que o aumento da transparência na construção civil utilizando diversas ferramentas de gestão visual torna possível o conhecimento dos padrões esperados pela empresa a todos os envolvidos nos canteiros de obra. Conseqüentemente, a compreensão destas informações oportuniza a união dos colaboradores em prol de um mesmo objetivo, a melhoria contínua. Além disso, a transparência das informações evidencia as boas práticas executadas, bem como os erros cometidos.

A prática de utilizar a transparência para expor os erros cometidos e, assim evitar que aconteçam novamente, vem sendo utilizada por algumas empresas da Construção Civil. Algumas empresas vêm realizando reuniões periodicamente para analisar os indicadores de não conformidade e, através da proposta de *kaizen*, gerar melhorias para evitar a repetição destas falhas (Valente e Costa, 2014).

No caso da empresa estudada, as não conformidades da qualidade são abordadas periodicamente nas reuniões de engenharia. De fato, existe uma reunião com todo o corpo técnico da empresa estudada denominada ‘Lições Aprendidas’, na qual são apresentados pontos positivos e negativos da obra. Entretanto, esta reunião acontece somente após a execução da obra ou da etapa física em análise. Assim, a prática de gerar indicadores voltados às falhas, expor estes erros no canteiro de obras e formalizar a etapa de melhoria contínua de processos, ou seja, *kaizen*, através de uma rotina pré-estabelecida ainda não é institucionalizado. Tal prática poderia ser estimulada se houvesse um departamento voltado exclusivamente à melhoria contínua ou um braço do departamento de qualidade com esse objetivo.

Por fim, observou-se que a maioria das ferramentas visuais são utilizada há um bom tempo. Apesar disso, observou-se que algumas boas práticas não tiveram a sua aplicação continuada ou não foram incorporadas no conjunto de ferramentas visuais corporativas. Cita-se, por exemplo, a utilização de programa 5S ou a demarcação do nível de estoque mínimo para reposição de argamassa através de uma pintura na parede do depósito. Uma possível justificativa, conforme explicado por colaboradores da construtora, é o processo de unificação dos procedimentos de qualidade e gestão que estão acontecendo nas filiais da empresa. O aumento da utilização de *benchmarking* de indústrias manufatureiras que já utilizam as ferramentas apresentadas, o maior incentivo a inovação e a mensuração dos resultados obtidos com a implementação das práticas enxutas poderiam auxiliar os canteiros de obra da empresa estudada na busca da melhoria e também na consolidação das melhores práticas *Lean*.

REFERÊNCIAS

- BALLARD, G. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 5th, 1997, Gold Coast. Proceeding... Gold Coast, 1997, p. 13-26. Disponível em:
<<http://www.iglc.net/Papers/Details/17>>. Acesso em: 01 out. 2015
- CAMPOS, R.; OLIVEIRA, L. C. Q. de.; SILVESTRE, B. dos. S.; FERREIRA, A. da. S. A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total. In: Simpósio de Engenharia de Produção, n. 12., 1999, Bauru. **Anais...** Bauru: SIMPEP, 1999. Não paginado. Disponível em:
<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Campos_R_A%20FERRAMENTA%205S%20E%20SUAS.pdf>. Acesso em: 22 out. 2015.
- DEMIRKESEN, S.; Arditi, D. Construction safety personnel's perceptions of safety training practices. **International Journal of Project Management**. Istanbul, v. 33, n. 5, p. 1160-1169, July 2015. Disponível em:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786315000083>>. Acesso em: 08 out. 2015.
- FALCÃO, A. S. G. **Diagnóstico de perdas e aplicação de ferramentas para o controle da qualidade e melhoria do processo de produção de uma etapa construtiva de edificações habitacionais**. 2001. 161 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- FORMOSO, C.T.; SANTOS, A.; POWELL, J. An Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites. **Journal of Construction Research**, Singapura, v. 3, n.1, p. 35-54, 2002.
- GALSWORTH, G.D. **Visual Systems: harnessing the power of a visual workplace**. New York, USA: Amacom, 1997.
- GREIF, M. **The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information**. Portland, USA: Productivity Press, 1991.
- GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just in Time. **Revista Produção**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-190, 1995.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. To Pull or Not to Pull: What Is the Question? **Institute for Operations Research and the Management Sciences**, Maryland, v. 6, n.2, p. 133-148, 2004
- ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M. de.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. da. C. L. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de custos na construção civil**. 1. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.
- KLOTZ, L.; HORMAN, M. Transparency, process mapping and environmental sustainable building projects. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction,

n. 15th, 2007, East Lansing. **Proceeding...** East Lansing: IGLC, 2007, p. 322-331. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/503>>. Acesso em: 6 jun. 2015.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford: CIFE, 1992. CIFE Technical Report n. 72.

_____. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 296 p. Dissertation (Doctor of Technology) – VTT Building Technology, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

KOSKELA, L.; BALLARD, G.; HOWELL, G.; TOMMELEIN, I. The Foundations of Lean Construction. In: BEST, R.; VALENCE, G. de. (Eds.). **Design and Construction: building in value**. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2002. p.21-226

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

MENEZES, R. R. L. **Diretrizes para Efetiva Implantação do Kanban em Obras de Edificações**. 2013. 62 f. Trabalho de Diplomação (Graduação de Engenharia Civil) Colegiado curso de engenharia civil, Universidade Federal da Bahia, 2013.

MOSER, L.; SANTOS, A. dos. Exploring the role of visual controls on mobile cell manufacturing: a case study on drywall technology. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 11th, 2003, Blacksburg. **Proceeding...** Blacksburg: IGLC, 2003, Não paginado. Disponível em:<<http://iglc.net/Papers/Details/267>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

MOURA, R. A. **A simplicidade do controle de produção**. 3. ed. São Paulo: IMAN, 1989.

MOURÃO, C. A. M. A.; VALENTE, C. P. **Coletânea Lean& Green**. 1. ed. Fortaleza: C. Rolim Engenharia Ltda, 2013.

NG, K.; LAURLUND, A.; HOWELL, G.; LANCOS, G. Lean Safety: Using Leading Indicators of Safety Incidents to Improve Construction Safety. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 20th, 2012, San Diego. **Proceeding...** San Diego: IGLC, 2012, p. 1-10. Disponível em:

< <http://iglc.net/Papers/Details/815>>. Acesso em: 08 out. 2015.

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

PACKER, C. L.; SUSKI, C. A. Gestão à vista na produção como ferramenta de trabalho. In: 1º Congresso de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade, n. 1, 2010, Brusque. **Anais...** Brusque: UNIFEBE, 2010, p. 1-13. Disponível em: << http://sites.unifebe.edu.br/~congressoits2010/artigos/artigos/048_-GESTAO_A_VISTA_NA_PRODUCAO_COMO_FERRAMENTA_DE_TRABALHO.pdf>> Acesso em 23 nov. 2015

, J.; SHARP, J.; FORMOSO, C.T. Principle of Transparency Applied in Construction. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 6th, 1998, Guarujá. **Proceeding...**Guarujá: IGLC, 1998, Não paginado. Disponível em:

RIBEIRO, H. **A Bíblia do 5S**: da implantação à excelência. Salvador: Casa da Qualidade, 2006.

SANTOS, A. dos. **Application of flow principles in the production management of construction sites**.1999.463p. Dissertation (Doctor of Philosophy) – School of Construction and Property Management, University of Salford, Salford, 1999.

SANTOS, A. dos. ; POWELL, J. Potential of *Poka-Yoke* devices to reduce variability in construction. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 7th, 1999, Berkeley.**Proceeding...**Berkeley: IGLC, 1999, p. 52-62. Disponível em:

< <http://iglc.net/Papers/Details/82>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SANTOS, A.; POWELL, J.; SHARP, J.; FORMOSO, C.T. Principle of Transparency Applied in Construction. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 6th, 1998, Guarujá. **Proceeding...**Guarujá: IGLC, 1998, Não paginado. Disponível em:

< <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.2499&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. v. 3

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; VIDOR, G. A framework for assesing poka-yoke devices. **Journal of manufacturing systems**, Porto Alegre, v. 31, n. 3, p. 358-366, Apr. 2012.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed.Porto Alegre: Bookman, 1996.

STEUDEL, H. J.; DESRUELLE, P. .Manufacturing in the nineties: how to become a mean, lean, world-class competitor. Lakewood, USA: Van Nostrand Reinhold, 1992.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. **Visual Management in Construction**: study report on Brazilian cases. Salford: University of Salford. 2010.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.; KOSKENVESA, A.; SAHLSTEDT, S. An examination of visual management on finnish construction sites. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 19th, 2011, Lima. **Proceeding...**Lima: IGLC, 2011, p. 1-10. Disponível em:

<www.iglc.net/papers/details/1103>. Acesso em: 10 jun. 2015.

VALENTE, R., C.; COSTA, D., B. Recommendations for Practical Applications of Transparency in Construction Sites. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, n. 22nd, 2014, Oslo. **Proceeding...** Oslo: IGLC,2014,p. 919-930. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/1056>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

YIN, R., K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Sage Publications, 2005.

APÊNDICE A – Entrevista semi-estruturada

1.1 Entrevista semi-estruturada aplicada com a equipe de engenharia:

- a) Com qual frequência os quadros de indicadores de desempenho são analisados? As informações são de fácil compreensão? Como estas informações auxiliam no trabalho executado?
- b) Qual a função do *Kanban* de argamassa? Como este auxilia na execução das atividades desempenhadas? Você acha necessária alguma modificação?
- c) Qual a função do *Kanban* de vistas? Como este auxilia na execução das atividades desempenhadas? Você acha necessária alguma modificação?
- d) Quais são as outras ferramentas visuais que você identifica no canteiro de obras? Quais as melhorias são possíveis e por quê?
- e) Como é a comunicação entre a equipe de produção e a equipe de engenharia?

1.2 Entrevista semi-estruturada aplicada com a equipe de produção

- a) Com qual frequência os quadros de indicadores de desempenho são analisados? As informações são de fácil compreensão? Como estas informações auxiliam no trabalho executado?
- b) Qual a função do *kanban* de argamassa? Como este auxilia na execução das atividades desempenhadas? Você acha necessária alguma modificação?
- c) Qual a função do *kanban* de vistas? Como este auxilia na execução das atividades desempenhadas? Você acha necessária alguma modificação?
- d) Quais são as outras ferramentas visuais que você identifica no canteiro de obras? Quais as melhorias são possíveis e por quê?
- e) Como é a comunicação entre a equipe de produção e a equipe de engenharia?