

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

Rafael Kopper

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: A PRÁTICA DO PRINCÍPIO DA
TRANSPARÊNCIA NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS EM
EMPRESAS DA GRANDE PORTO ALEGRE/RS**

Porto Alegre
julho 2012

RAFAEL KOPPER

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: A PRÁTICA DO PRINCÍPIO DA
TRANSPARÊNCIA NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS EM
EMPRESAS DA GRANDE PORTO ALEGRE/RS**

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

Orientadora: Luciana Inês Gomes Miron

Porto Alegre
julho 2012

RAFAEL KOPPER

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: A PRÁTICA DO PRINCÍPIO DA
TRANSPARÊNCIA NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS EM
EMPRESAS DA GRANDE PORTO ALEGRE/RS**

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

Porto Alegre, 13 de julho de 2012

Profa. Luciana Inês Gomes Miron
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Iamara Rossi Bulhões (UFRGS)
Dra. pela Universidade Estadual de Campinas

Profa. Luciana Inês Gomes Miron (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Daniela Dietz Viana (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Massilon e Silá, pelo incentivo, apoio incondicional e estímulo para enfrentar as barreiras da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Massilon Kopper e Silá Kopper, e minha irmã, Laura Kopper, que foram a base de tudo para mim, apoiando-me nos momentos difíceis com força, confiança e amor, ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los.

À minha professora orientadora, Luciana Miron, por estar sempre aberta a discussões, compartilhando seus conhecimentos e experiências para auxiliar no desenvolvimento do trabalho.

À minha professora coordenadora, Carin Maria Schmitt, pelas críticas e sugestões que contribuíram para dar foco a este trabalho.

À minha namorada, Camila Nicolao, pelo amor e apoio incondicional. Por ser minha amiga e companheira de todas as horas.

Ao Eng. Norton Quites, pela amizade e por proporcionar a minha primeira experiência de trabalho na Engenharia Civil.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e pelos incontáveis momentos de alegria e descontração.

A melhoria é sempre um processo inacabado.

Taiichi Ohno

RESUMO

A construção civil posiciona-se, cada vez mais, como um setor de grande importância para a economia, sendo um dos principais agentes impulsionadores do desenvolvimento do País. Mesmo assim, durante anos esse setor tem desenvolvido suas atividades com base em um modelo de gerenciamento da produção ultrapassado, negligenciando diversos aspectos e atividades fundamentais, que levam a processos produtivos fragmentados, pouco transparentes e variáveis. Esforços vêm sendo realizados, nos últimos anos, no sentido da modernização do setor e introdução de novos conceitos e ferramentas gerenciais, através de um modelo enxuto de produção. Esse modelo trata-se, na verdade, de uma combinação de práticas da produção contidas em diversas filosofias, técnicas e ferramentas, que foram adaptadas às peculiaridades do setor da construção civil, recebendo a denominação de Construção Enxuta. Com o objetivo de evitar ao máximo a ocorrência de perdas no processo produtivo, entregando a melhor qualidade, ao mais baixo custo e em menor tempo, essa filosofia é fundamentada a partir de um conjunto de princípios básicos, entre eles a necessidade de aumentar a transparência do processo. Esse princípio refere-se à capacidade que um processo de produção, ou suas partes, possui em difundir informação útil aos seus colaboradores, e tem o potencial, principalmente, de diminuir a ocorrência de erros, permitindo ao sistema produtivo visualizar melhor o que está de fato acontecendo em suas diversas etapas e, conseqüentemente, facilitar a realização de melhorias. Neste contexto, o presente trabalho propõe introduzir os princípios fundamentais da Construção Enxuta, assim como se aprofundar no estudo sobre o princípio da transparência, suas aplicações e abordagens práticas na construção civil, e tem como objetivo identificar benefícios observados em canteiros de obras da Grande Porto Alegre. Através da pesquisa realizada em duas obras, analisando os principais aspectos abordados no presente trabalho, relacionados ao princípio da transparência, pôde-se verificar, de uma forma geral, que os principais benefícios obtidos a partir da implementação de ações deste princípio dizem respeito à maior facilidade na identificação de falhas e à maior visibilidade, envolvimento e segurança na execução das tarefas.

Palavras-chave: Construção Civil. Gerenciamento da Produção. Produção Enxuta. Construção Enxuta. Transparência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática do delineamento da pesquisa	21
Figura 2 – Modelo tradicional de processo	28
Figura 3 – Modelo de processo da Construção Enxuta	30
Figura 4 – Redução progressiva do tempo de ciclo	35
Figura 5 – Estrutura para um local de trabalho visualmente adequado	38
Figura 6 – Entulho de materiais utilizados encobertos por lona plástica, no canteiro B...	64
Figura 7 – Madeiras já utilizadas depositadas em meio ao ambiente de trabalho na obra B.....	64
Figura 8 – Estoque das armaduras de forma desorganizada no canteiro B.....	64
Figura 9 – Betoneiras em ambiente com excessiva umidade na obra B.....	64
Figura 10 – Ambiente sujo e desorganizado no espaço interno ao canteiro A.....	65
Figura 11 – Ambiente externo ao canteiro A organizado e bem distribuído fisicamente.	66
Figura 12 – Ambiente interno limpo e sem obstáculos visuais no canteiro A.....	66
Figura 13 – Realização de atividades periódicas de limpeza e manutenção na obra A....	66
Figura 14 – Indicação visual quanto à importância da ordem e da limpeza, na obra A....	66
Figura 15 – Estoque de madeira usada destinada à reciclagem no canteiro A.....	67
Figura 16 – Ambiente externo desorganizado e com quantidade insuficiente de contêineres coletores no canteiro B.....	67
Figura 17 – Deposição de materiais utilizados sem isolamento no canteiro B.....	67
Figura 18 – Ilhas de blocos e restos de construção sem isolamento no canteiro B.....	68
Figura 19 – Entulhos de madeira utilizada em meio à circulação de pedestres na obra B.....	68
Figura 20 – Local de trabalho sujo e mal iluminado na obra A.....	68
Figura 21 – Ponto de vazamento em ambiente produtivo interno na obra A.....	68
Figura 22 – Cerca metálica delimitando o ambiente interno e externo da construção A..	70
Figura 23 – Divisória plastificada diferenciando áreas de produção da obra A.....	70
Figura 24 – Cerca plastificada vazada, permitindo total visualização dos ambientes e das atividades no canteiro B.....	70
Figura 25 – Divisória plastificada delimitando ambiente interno e externo de produção da obra B.....	70
Figura 26 – Cerca plastificada vazada, permitindo total visualização dos ambientes e das atividades na obra A.....	71
Figura 27 – Divisória plastificada isolando ambiente de produção na obra B.....	71
Figura 28 – Áreas produtivas amplas, descongestionadas e visuais na obra A.....	72
Figura 29 – Ambiente de produção visual e descongestionado na obra B.....	72

Figura 30 – Delimitação de caminhos de máquinas e pedestres no canteiro A.....	73
Figura 31 – Padronização do caminho de pedestres no canteiro A.....	73
Figura 32 – Imagem aérea do <i>layout</i> externo do canteiro A.....	73
Figura 33 – Delimitação lateral da escadaria provisória na obra A.....	73
Figura 34 – Cercas plásticas especificando o caminho de pedestres no canteiro B.....	74
Figura 35 – Cerca delimitando e protegendo o espaço das escadarias provisórias na obra B.....	74
Figura 36 – Especificação do correto posicionamento da lixeira no canteiro A.....	74
Figura 37 – Interior do almoxarifado da obra A.....	75
Figura 38 – Localização do almoxarifado da obra A e, ao fundo, a construção do estádio.....	75
Figura 39 – Porta de entrada do almoxarifado da obra B.....	76
Figura 40 – Baías de armazenamento dos agregados na obra A.....	77
Figura 41 – Depósito de areia e brita na obra B.....	77
Figura 42 – Armazenamento de elementos construtivos pré-moldados em local centralizado à construção A.....	78
Figura 43 – Estoque das arquibancadas pré-fabricadas localizadas na parte externa à construção A.....	78
Figura 44 – Padronização das lixeiras para coleta seletiva na obra A.....	79
Figura 45 – Lixeiras padronizadas na obra B.....	79
Figura 46 – Terreno destinado exclusivamente ao armazenamento de materiais e elementos construtivos na obra B.....	80
Figura 47 – Estoque de tubulações isoladas por cerca plastificada, no canteiro B.....	80
Figura 48 – Estoque de armaduras sem qualquer padrão e organização no canteiro B....	80
Figura 49 – Estoque de elementos pré-moldados de forma aleatória no canteiro B.....	80
Figura 50 – Vista frontal do girador utilizado na obra A.....	82
Figura 51 – Vista lateral do girador utilizado na obra A.....	82
Figura 52 – Guindaste na obra A.....	83
Figura 53 – Grua localizada na parte externa à construção A.....	83
Figura 54 – Operários trabalhando com auxílio do pórtico, no canteiro A.....	83
Figura 55 – Vista frontal do pórtico rolante, no canteiro A.....	83
Figura 56 – Equipamento destinado à elevação de operários para realização de manutenções e montagens na obra B.....	84
Figura 57 – Detalhe do cesto aéreo utilizado na obra B.....	84
Figura 58 – Equipamento para elevação e montagem de elementos pré-moldados da obra B.....	85
Figura 59 – Montagem da estrutura pré-moldada da obra B.....	85

Figura 60 – Detalhe do regularizador de pisos utilizado na obra B.....	85
Figura 61 – Superfície regularizada pelo equipamento utilizado na obra B.....	85
Figura 62 – Estoque de páletes no canteiro B.....	86
Figura 63 – Detalhe do estoque de telhas posicionadas sobre páletes no canteiro A.....	86
Figura 64 – Ambiente interno mal iluminado na obra A.....	87
Figura 65 – Ambiente propício à maior incidência de iluminação natural, no canteiro B	88
Figura 66 – Local de trabalho amplo, arejado e bem iluminado no canteiro B.....	88
Figura 67 – Atividade sendo realizada em local pouco iluminado no canteiro B.....	88
Figura 68 – Ambiente interno à obra B mal iluminado.....	88
Figura 69 – Refletor posicionado na parte interna do estádio da obra A.....	89
Figura 70 – Detalhe do refletor móvel provisório utilizado na obra A.....	89
Figura 71 – Tapume principal mal conservado do canteiro A.....	90
Figura 72 – Detalhe das condições precárias do tapume em frente à obra A.....	90
Figura 73 – Tapume principal sem qualquer indicação da empresa B ou do empreendimento.....	91
Figura 74 – Detalhe do tapume ecológico utilizado na obra B.....	91
Figura 75 – Sinalização visual indicando a localização do espaço destinado aos torcedores no canteiro A.....	91
Figura 76 – Espaço Arena no atual estádio.....	92
Figura 77 – Espaço Arena localizado no canteiro de obra A.....	92
Figura 78 – Espaço Arena móvel destinado aos torcedores do interior.....	92
Figura 79 – Maquete do novo estádio.....	92
Figura 80 – Planilha eletrônica de acompanhamento e análise da produção da obra A...	94
Figura 81 – Contador regressivo de dias para finalizar a obra A.....	95
Figura 82 – Caixa de dispositivos visuais para segurança do trabalho no canteiro A.....	96
Figura 83 – Detalhe do quadro de avisos da segurança do trabalho no canteiro B.....	97
Figura 84 – Aviso quanto à necessidade das sinalizações serem obedecidas no canteiro B.....	97
Figura 85 – Disponibilização das metas do mês em mural próximo ao refeitório do canteiro A.....	98
Figura 86 – Detalhe da meta mensal para elementos pré-moldados da obra A.....	98
Figura 87 – Murais pouco informativos e mal conservados no canteiro A.....	99
Figura 88 – Indicação visual do ponto de encontro de emergência no canteiro A.....	100
Figura 89 – Indicação visual de estrutura liberada para trabalho no canteiro A.....	100
Figura 90 – Indicação visual de estrutura metálica provisória liberada para desmontagem no canteiro A.....	101

Figura 91 – Indicação visual da rota de fuga na obra A.....	101
Figura 92 – Indicação visual do ponto de encontro de emergência no canteiro B.....	101
Figura 93 – Indicação visual da necessidade de se colaborar com a limpeza na obra B..	101
Figura 94 – Indicação visual da importância da segurança no canteiro B.....	102
Figura 95 – Indicação da posição dos materiais e equipamentos de segurança da obra B.....	102
Figura 96 – Dispositivo visual indicando procedimentos adequados à preservação do meio ambiente, na obra A.....	102
Figura 97 – Indicação visual dos procedimentos necessários básicos a serem feitos antes da execução de qualquer atividade, no canteiro A.....	102
Figura 98 – Disponibilização de diversos indicadores visuais na entrada do canteiro A.	103
Figura 99 – Plano de emergência e indicação dos procedimentos a serem realizados no canteiro A.....	103
Figura 100 –Aviso aos trabalhadores do procedimento adequado ao levantar peso no canteiro B.....	103
Figura 101 – Indicação visual informando o correto destino dos resíduos nos cestos de coleta seletiva no canteiro B.....	103
Figura 102 – Detalhe de controle visual de restrição abaixo dos extintores de incêndio no canteiro B.....	104
Figura 103 – Aviso da obrigatoriedade do uso do cinto de segurança no canteiro A.....	105
Figura 104 – Advertência quanto ao isolamento de local de trabalho no canteiro A.....	105
Figura 105 – Aviso de atenção quanto ao risco de choque elétrico no canteiro B.....	105
Figura 106 –Aviso das habilitações necessárias para a realização de diferentes atividades no canteiro B.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre a produção convencional e a Produção Enxuta	30
Quadro 2 – Entrevista realizada com engenheiro da empresa A.....	61
Quadro 3 - Entrevista realizada com engenheiro da empresa B.....	62
Quadro 4 - Relação entre objetivos propostos, suas etapas e seus respectivos resultados obtidos na pesquisa.....	109

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	18
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	18
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	18
2.2.1 Objetivo principal	18
2.2.2 Objetivos secundários	18
2.3 PRESSUPOSTO	19
2.4 PREMISA.....	19
2.5 DELIMITAÇÕES	19
2.6 LIMITAÇÕES	19
2.7 DELINEAMENTO	19
3 CONSTRUÇÃO ENXUTA	23
3.1 PRODUÇÃO ENXUTA: ORIGEM E CONCEITOS.....	24
3.2 GESTÃO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	27
3.3 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	32
3.3.1 Reduzir a participação das atividades que não agregam valor	32
3.3.2 Aumentar o valor do produto através da consideração sistemática das necessidades dos clientes	33
3.3.3 Reduzir a variabilidade	34
3.3.4 Reduzir o tempo de ciclo	34
3.3.5 Simplificar o processo através da redução do número de passos e partes	36
3.3.6 Aumentar a flexibilidade	36
3.3.7 Aumentar a transparência do processo	37
3.3.8 Focar o controle no processo global	39
3.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo	39
3.3.10 Balancear a melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões	40
3.3.11 Fazer <i>Benchmarking</i>	41
4 APLICAÇÕES E ABORDAGENS PRÁTICAS DO PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	42
4.1 ADOÇÃO DE PRÁTICAS RELACIONADAS AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMANOS NA OBRA.....	44
4.2 REDUÇÃO DA INTERDEPENDÊNCIA DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO.....	45
4.3 IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS, ORDENS DE PRODUÇÃO E POSIÇÕES ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE CONTROLES VISUAIS.....	47

4.4 TORNAR O PROCESSO DIRETAMENTE OBSERVÁVEL PELO PLANEJAMENTO DE <i>LAYOUT</i> E UTILIZAÇÃO DE SINALIZAÇÕES ADEQUADAS.....	48
4.5 USO DE EQUIPAMENTOS E ILUMINAÇÃO ADEQUADA PARA DAR VISIBILIDADE A PONTOS OCULTOS.....	50
4.6 MANUTENÇÃO, ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DOS POSTOS DE TRABALHO.....	51
4.7 UTILIZAÇÃO DE MEDIÇÕES PARA AUMENTAR A VISIBILIDADE DE ALGUNS ATRIBUTOS DO PROCESSO.....	51
4.8 AUMENTAR O FLUXO DE INFORMAÇÕES NA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	52
4.9 UTILIZAÇÃO DE RECURSOS VISUAIS DE CRIAÇÃO DE VALOR.....	53
4.10 INICIATIVAS DE VISIBILIDADE RELACIONADAS AO PROJETO.....	54
4.11 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	55
4.12 PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	56
5 OBRAS ESTUDADAS.....	57
5.1 OBRA A.....	57
5.1.1 Empresa A.....	57
5.1.2 Empreendimento A.....	58
5.2 OBRA B.....	60
5.2.1 Empresa B.....	60
5.2.1 Empreendimento B.....	60
5.3 IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE UTILIZAÇÃO DO PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA.....	61
5.4 APLICAÇÕES DO PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA NOS CANTEIROS ESTUDADOS.....	63
5.4.1 Manter a limpeza e a ordem no local de trabalho.....	63
5.4.2 Tornar o processo diretamente observável.....	69
5.4.3 Padronização de elementos e procedimentos no canteiro.....	72
5.4.4 Simplificação dos fluxos físicos.....	81
5.4.5 Uso de equipamentos e iluminação adequada para dar visibilidade a pontos ocultos.....	86
5.4.6 Utilização de recursos de criação de valor.....	89
5.4.7 Processo de Planejamento e Controle da Produção.....	93
5.4.8 Utilização de dispositivos visuais.....	95
6 CONCLUSÕES.....	107
REFERÊNCIAS	111

1 INTRODUÇÃO

A intensa atividade de mercado no setor imobiliário e a crescente conscientização do consumidor quanto aos custos e níveis de qualidade dos empreendimentos estão fazendo com que a indústria da construção civil se obrigue a passar por uma mudança de paradigma. Esse momento de busca de ganhos e competitividade acaba gerando um grande esforço no sentido de modernizar este setor, principalmente através de novas metodologias e conceitos de gestão.

Esses novos conceitos exigem mudanças profundas quando comparados aos ultrapassados métodos de gestão até então utilizados na construção civil, levando em conta diversos aspectos antes desconsiderados na produção. Deixando de lado a ideia de que gestão seja apenas a criação e implementação de planos para a obra, esses novos conceitos gerenciais priorizam o melhor aproveitamento e interação de todos os recursos disponíveis que fazem parte dos diferentes processos nesse setor.

Neste contexto, os conceitos, métodos e técnicas desenvolvidas no setor industrial, principalmente o automotivo, cujo progresso está em estágio mais avançado, estão sendo cada vez mais estudados. Estes estudos e análises de ações gerenciais de outros setores têm por objetivo identificar oportunidades de melhorias gerenciais para o setor da construção civil, podendo, assim, ser cada vez mais adaptadas a este.

O foco principal desta busca por alternativas de novos métodos gerenciais, no que se refere à otimização dos sistemas produtivos e em contraponto às filosofias tradicionais, se dá através da análise do sistema de administração da produção. Segundo Chiavenato (2005), essas ideias constituem o núcleo de toda atividade empresarial, e é a partir delas que se desdobram todos os objetivos da empresa. Após a Segunda Guerra Mundial, foram formuladas novas perspectivas à administração da produção no Japão, que se via impossibilitado de utilizar as técnicas ocidentais devido ao seu pequeno mercado consumidor e sua escassez de matéria-prima na época.

Tais mudanças resultaram num modelo enxuto de produção, denominado Sistema Toyota de Produção, ou *Lean Production* (Produção Enxuta). Esse novo conceito de produção foi pioneiro no emprego de métodos como o TQM (*Total Quality Management*), o JIT (*Just in*

Time) e o conceito de produção como uma rede formada pela interseção de processos e operações. Conforme Shingo (1996), esse sistema de produção é uma manifestação da profunda convicção de seu criador, Taiichi Ohno, da necessidade de eliminar todas as perdas, produzindo apenas o necessário.

A Produção Enxuta, se contrapondo ao paradigma da produção em massa, cujas raízes estão fundamentadas no Taylorismo e Fordismo, caracteriza-se pela adoção de diversos modelos gerenciais aplicados com a finalidade de acabar com todo tipo de atividade que seja considerada desnecessária na produção de um determinado bem ou serviço (BERNARDES, 2003). Ainda segundo esse modelo de produção, conforme Womack et alli (2004), a sua denominação de enxuta se dá pela utilização de menores quantidades de tudo aquilo que faz parte dos processos, como esforço dos operários, espaço físico, investimento em ferramentas e estoques no local.

Para produzir com eficiência e eficácia torna-se necessário escolher e definir o sistema de produção que seja o mais adequado ao serviço que se pretende produzir (CHIAVENATO, 2005). É a partir desta ideia que foi formulada uma adaptação da *Lean Production* à construção civil, tomando a denominação de *Lean Construction* (Construção Enxuta), sendo o trabalho *Application of the new production philosophy in the construction*, de Lauri Koskela (1992), o referencial no tema.

Koskela (1992, tradução nossa) afirma que, através da Construção Enxuta, procura-se enxergar a produção simultaneamente sob três pontos de vista: conversão, fluxo e valor. Na visão da conversão, o objetivo é aumentar o nível de produção. Na de fluxo, o objetivo é eliminar as perdas nos fluxos do processo. Finalmente, na visão de geração de valor, o objetivo é alcançar o maior valor possível no ponto de vista do cliente, estendendo a atenção para a modelagem, estruturação, controle e melhorias da produção neste e nos outros aspectos.

A filosofia de produção da Construção Enxuta consiste em um conjunto de princípios e regras, a partir da adaptação dos conceitos e princípios da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor, e que implica em quebras de paradigmas quando confrontado à filosofia gerencial tradicional de produção, orientada à conversão. O objetivo principal desta nova filosofia é o de maximizar a eficiência das atividades de conversão e buscar reduzir ao

máximo as atividades de fluxo, tais como transporte, espera e inspeção, através da conscientização da importância da análise e interação de princípios como perdas, atividades de processamento, controle no processo global e do conceito de valor, este último vinculado diretamente à satisfação do cliente (HIROTA, 2001; ISATTO et alli, 2000). Apesar das diferenças conceituais entre os modelos, a valorização das atividades de planejamento e controle é um aspecto comum em ambas as filosofias.

Ainda em relação aos princípios da Construção Enxuta, um dos fundamentos abordados nessa filosofia refere-se às inovações que podem ser implementadas nos canteiros de obra com base no conceito da transparência. O princípio da transparência foi definido por Santos (1999, tradução nossa) como um conjunto de ações gerenciais, que resultam na redução da interdependência entre atividades, do uso de controles visuais, que possibilitam a determinação do andamento da produção, da criação de um *layout* de trabalho, que promova a visibilidade da maioria dos fluxos e atividades em execução, da incorporação de informações sobre a produção ao processo gerencial, da manutenção da organização e limpeza do canteiro e de ações para promover a visibilidade dos atributos da produção através de medições e indicadores. Conforme Isatto et alli (2000), essa proposta, além de ser utilizada como forma de aumentar o comprometimento dos operários no desenvolvimento de melhorias, também facilita a visualização de erros no sistema de produção em obra.

Devido principalmente à necessidade de se investir na redução das atividades que não adicionam valor ao produto, torna-se fundamental aumentar a transparência nos processos, assim como a busca continuada de sistemas de produção enxutos, como uma estratégia de sobrevivência das empresas do setor da construção civil (SANTOS et alli, 1998). Tais iniciativas contidas nas ações gerenciais, que fazem parte do princípio da transparência, são usualmente implementadas com baixo custo e apresentam diversos benefícios relacionados principalmente ao que se refere à redução da ocorrência de erros na produção. Segundo Koskela (1992, tradução nossa), a simples disponibilização da informação por meio de dispositivos nos postos de trabalho, assim como indicadores, gráficos tabelas ou quaisquer outros meios físicos, pode facilitar a identificação de problemas no processo construtivo.

O trabalho do finlandês Lauri Koskela, além de definir conceitos básicos relacionados à Construção Enxuta, também determinou que o conjunto de princípios apresentados para a gestão de processos, entre eles o princípio da transparência, devem ser aplicados de forma

integrada, devido à forte interação entre si (ISATTO et alli, 2000). Portanto, o correto entendimento do conceito, das oportunidades de aplicação e da identificação dos princípios e elementos fundamentais do pensamento enxuto, assim como a interação entre eles, são de fundamental importância na correta aplicação desta filosofia gerencial no contexto da construção civil e seus fluxos: negócio, projeto, obra, suprimentos, uso e manutenção (PICCHI, 2003).

Diante destas colocações, a proposição deste trabalho é a de analisar o princípio da transparência no processo construtivo, quanto à sua utilização e benefícios percebidos em obra, além da identificação de como esse princípio é aplicado na prática da construção. O trabalho divide-se em cinco capítulos. Os dois primeiros se referem à introdução e às diretrizes desta pesquisa, respectivamente. O terceiro capítulo aborda os conceitos da construção enxuta, desde suas origens na produção enxuta até a sua adaptação ao setor da construção e seus princípios fundamentais. O quarto capítulo diz respeito às abordagens práticas do princípio da transparência nos canteiros, enquanto o quinto capítulo versa sobre as obras estudadas, através de entrevistas, análises e registros fotográficos nos seus respectivos canteiros. Por fim, o sexto e último capítulo refere-se às conclusões do presente trabalho, abordando os principais tópicos analisados em campo, do ponto de vista do princípio da transparência, e seus respectivos benefícios verificados.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Para a elaboração do presente trabalho foram definidas as seguintes diretrizes que determinaram o seu desenvolvimento.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa, definida com o objetivo de ser respondida através do presente trabalho, é: quais são os benefícios observados nos canteiros de obra, a partir da adoção de ações contidas no princípio do aumento da transparência, no processo de produção das empresas construtoras?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é a verificação dos benefícios observados em canteiros de obras na Grande Porto Alegre, a partir da adoção de ações do princípio do aumento da transparência.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) a identificação de como o princípio do aumento da transparência nos processos, referente à Construção Enxuta, é aplicado na prática da construção civil;
- b) a verificação do nível de utilização do princípio da transparência e suas ferramentas nos canteiros de obra analisados.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que a implementação de modelos de gestão da produção baseados nos princípios e técnicas da Construção Enxuta é viável e pode ser aplicada na construção civil, independentemente da tecnologia de execução empregada.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que os princípios da Construção Enxuta, como o princípio da transparência, contribuem para o aumento da eficiência e eficácia da produção nos canteiros de obra.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo apenas daquelas obras que potencialmente utilizem ferramentas gerenciais, assim como princípios contidos na filosofia de produção da Construção Enxuta, em seus canteiros, localizados na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

2.6 LIMITAÇÕES

Os casos estudados nesse trabalho limitaram-se à visita apenas àquelas obras que apresentam de forma consistente a utilização de ações contidas no princípio da transparência, de acordo com a Construção Enxuta.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir e que estão representadas na figura 1:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização e aplicações práticas do princípio da transparência na construção civil;

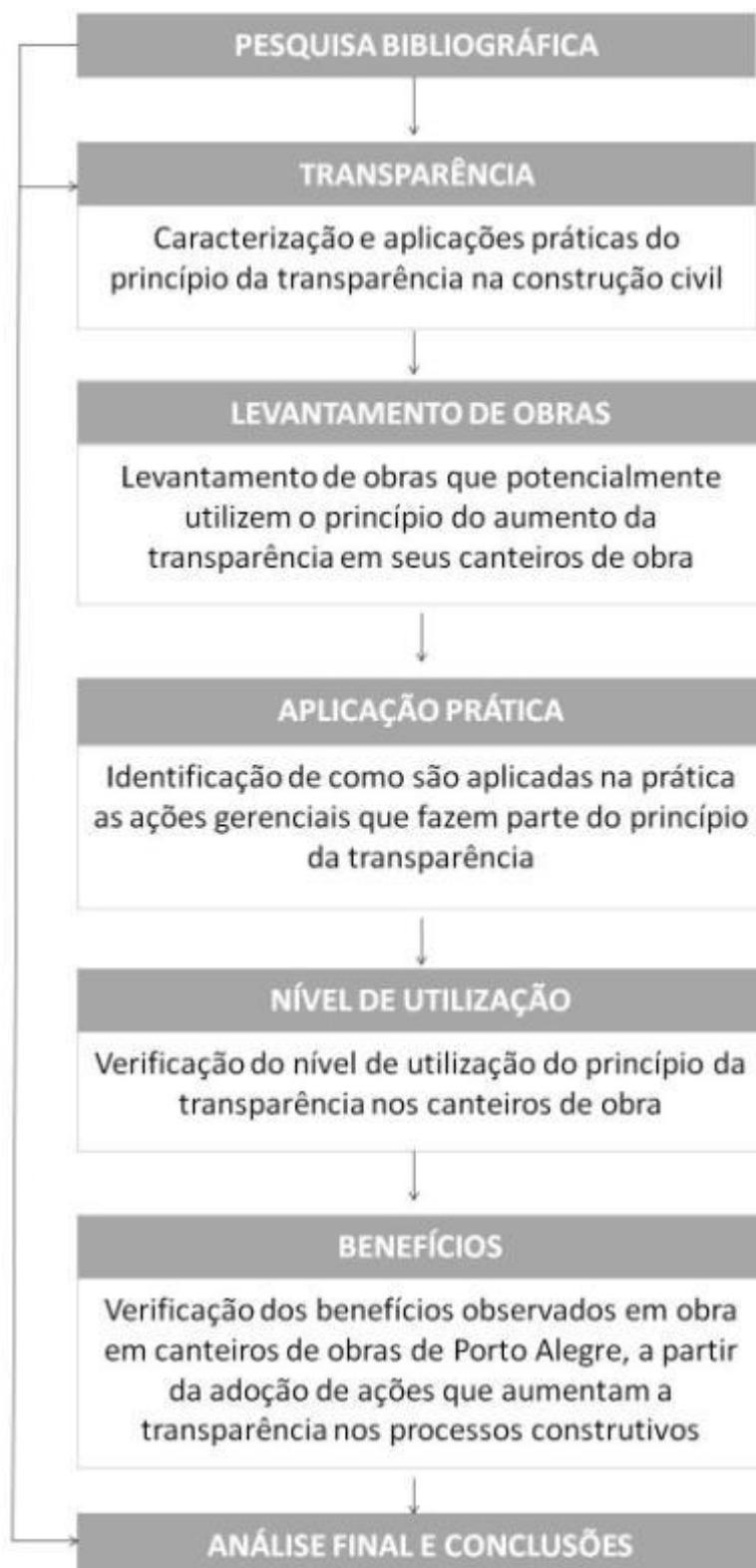
- c) seleção das obras que serão visitadas para estudo, a partir da análise de um conjunto de trabalhos realizados no primeiro semestre de 2011 por alunos da disciplina de Estágio Supervisionado em Obra I, da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em diversos canteiros de obra na cidade de Porto Alegre;
- d) identificação de como são aplicadas na prática as ações gerenciais que fazem parte do princípio da transparência;
- e) verificação do nível de utilização do princípio da transparência e suas ferramentas nos canteiros de obra, através de entrevistas realizadas com engenheiros e funcionários das empresas estudadas;
- f) verificação dos benefícios observados em canteiros de obras de Porto Alegre, a partir da adoção de ações que aumentem a transparência nos processos construtivos;
- h) análise final e conclusões.

As etapas são descritas nos próximos parágrafos.

Primeiramente foi realizada uma **pesquisa bibliográfica** que possibilitou o embasamento teórico necessário para a realização do presente trabalho, abrangendo temas da Produção Enxuta, no que se refere à sua aplicação prática na construção civil. Essa etapa teve como objetivo caracterizar e abordar os princípios contidos nessa filosofia de produção aplicada ao setor da construção, denominada Construção Enxuta.

Na etapa seguinte, a pesquisa teve como foco o estudo do **princípio do aumento da transparência nos processos**, através da caracterização e determinação das possíveis utilizações práticas das ações gerenciais contidas neste princípio. Todas essas informações obtidas na etapa anterior sobre o princípio da transparência possibilitaram realizar a próxima etapa de seleção das obras que pudessem resultar numa boa pesquisa de campo.

Figura 1 – Representação esquemática do delineamento da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Na etapa de **seleção das obras**, foi feita uma análise em um conjunto de diversas obras analisadas pelos alunos da disciplina de Estágio Supervisionado em Obra I, da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2011, para escolher aquelas que melhor utilizassem o princípio do aumento da transparência em seus canteiros. Após a seleção das obras, iniciou-se a etapa de **identificação prática** de como são aplicadas as ações gerenciais que fazem parte deste princípio, realizada através de análises visuais e registros fotográficos nos canteiros destas obras. A seguir, foi feita a **verificação do nível de utilização** do princípio do aumento da transparência e suas ferramentas nos canteiros estudados, com base em entrevistas estruturadas em diferentes elos da cadeia produtiva das construtoras.

A etapa seguinte, de **verificação dos benefícios** observados através da implementação de ações gerenciais relacionadas à transparência, foi feita a partir da análise das etapas anteriores de identificação de como essas ações são aplicadas na prática, e do nível de utilização dessas ferramentas nos respectivos canteiros, localizados na cidade de Porto Alegre. Na **análise final e conclusões** deste trabalho, foram feitas considerações finais sobre a utilização e os benefícios obtidos em obra com a utilização do princípio da transparência.

3 CONSTRUÇÃO ENXUTA

Elementos como a exigência cada vez maior por parte dos clientes, reivindicações por parte dos trabalhadores, aumento da competição no setor e a intensa atividade de mercado no setor imobiliário formam um quadro que se configura como uma tendência internacional (ISATTO et alli, 2000). Essas mesmas mudanças são observadas em outros setores e também em outros países, principalmente devido à demonstração das melhores empresas do mundo de que, mesmo em épocas de euforia econômica, há que se investir na minimização daquelas atividades que não adicionam valor ao produto, sendo a busca por sistemas de produção **enxutos** uma das estratégias centrais para garantir a sobrevivência dessas empresas junto ao mercado (SANTOS et alli, 1998).

Nesse contexto, surge a necessidade de mudanças estruturais e de comportamento, que vão desde os processos produtivos até os procedimentos administrativos e gerenciais adotados pelas empresas do setor da construção civil (BERNARDES, 2003). Essa exigência por mudança e modernização no setor tem direcionado as empresas a consideráveis esforços no sentido de introduzir modernas filosofias gerenciais, algumas das quais originárias de outras indústrias (ISATTO et alli, 2000).

Segundo Bernardes (2003), a partir do final da década de 1970, se estabeleceu um novo paradigma de gestão da produção, com muitos setores industriais experimentando profundas modificações na organização de suas atividades produtivas. Muitas dessas modificações propostas neste novo paradigma surgiram inicialmente no setor industrial automobilístico japonês.

Embora seja farta e abrangente a literatura existente sobre o assunto, não se observa ainda um consenso quanto à identidade da Produção Enxuta. Denominações como Sistema Toyota de Produção, Produção com Estoque Zero e Nova Filosofia de Produção muitas vezes se sobrepõem e são entendidas como sinônimo de Produção Enxuta. Como resultado dessa sobreposição de denominações, esse conjunto de ideias, conceitos e princípios vem sendo tratado também de forma diferenciada pela bibliografia, seja como um modelo de gestão da

produção, uma nova filosofia de produção, um paradigma ou um novo sistema de produção, conforme cada autor descreve o assunto (CHIAVENATO, 2005; HIROTA, 2001).

Apesar de essas expressões terem sido relacionadas a este novo paradigma, uma das denominações mais conhecidas para esses novos conceitos gerenciais propostos na indústria automobilística, é Produção Enxuta (*Lean Production*). Conforme Womack et alli (2004), esse sistema de produção tem como característica principal a utilização de menores quantidades de tudo na produção, quando comparada à produção em massa, resultando em menores estoques, menor esforço dos operários, menor quantidade de produtos defeituosos, menor espaço físico necessário e produzindo uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

A análise deste novo paradigma originado de outras indústrias fez com que fosse elaborada uma adaptação destes conceitos às peculiaridades do setor da construção civil. Denominada por Construção Enxuta (*Lean Construction*), esta filosofia foi apresentada a partir da publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry*, por Lauri Koskela, em 1992.

Desse modo, a Construção Enxuta pode ser definida como uma filosofia de produção voltada para a construção civil, a partir de esforços de pesquisadores engajados na adaptação, aplicação e disseminação desse novo paradigma de gestão da produção no setor. Essa filosofia apresenta uma base conceitual que, segundo Bernardes (2003), tem o potencial de trazer benefícios através da aplicação de seus princípios básicos propostos, em termos de melhoria de eficiência e eficácia nos sistemas produtivos, através da maximização da eficiência das atividades de conversão e redução das atividades de fluxo do processo.

3.1 PRODUÇÃO ENXUTA: ORIGEM E CONCEITOS

Produção Enxuta (*Lean Production*) é a denominação de uma nova concepção em relação aos sistemas de produção aplicados até então, e é utilizada na prática industrial há bastante tempo, a partir do seu surgimento e utilização de suas práticas nas indústrias japonesas desde a década de 1950. Entretanto, é ainda recente o seu estudo sistemático e mais aprofundado em termos acadêmicos, devido principalmente à sua percepção e aplicação tardia pelas fábricas ocidentais (WOMACK et alli, 2004).

A implementação mais bem sucedida e famosa desta filosofia ocorreu nas fábricas da Toyota, no Japão, surgindo o que ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção, sendo Taiichi Ohno e Shigeo Shingo os principais responsáveis pelo seu desenvolvimento. Diante da necessidade de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produto, Ohno estudou os sistemas de produção norte-americanos vigentes na época, procurando adaptar seus conceitos à realidade político-econômica japonesa da época, caracterizada pela escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico), forte política nacional de recuperação da economia e um considerável auxílio financeiro dos Estados Unidos ao Japão. Aplicando, então, essas novas abordagens para a produção industrial, com suas devidas adaptações à realidade e ao setor, Ohno acabou consolidando com sucesso, na prática, o Sistema Toyota de Produção (HIROTA, 2001; SHINGO, 1996; WOMACK et alli, 2004).

Ohno tomou decisões opostas àquelas propostas por Taylor, que visava a produção em massa, optando pela produção de pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos para atender uma demanda diversificada (foco no cliente), resultando em maior flexibilização da produção. Ohno também voltou sua atenção para a redução dos recursos estocados em fábrica (recursos humanos, equipamentos, materiais, área construída), como forma de aumentar a produtividade com essa diversidade, a partir da ideia de que os estoques escondiam possíveis ineficiências do processo e de que a transparência, através da explicitação dos problemas, dava oportunidades para aprender e melhorar o processo (CORIAT, 1994).

O conceito Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*) é baseado no Sistema Toyota de Produção através de uma visão sistêmica de todo o processo produtivo, que foi desenvolvido em um ambiente de manufatura. Adota o termo **enxuto** visando caracterizar um novo paradigma de produção, em contrapartida ao paradigma tradicional da produção em massa. A base dessa mentalidade é a busca da eliminação de todo e qualquer desperdício na produção. Ohno, líder do desenvolvimento do sistema, define sete tipos de desperdícios durante o processo produtivo: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimento e defeitos. Ainda segundo essa definição de desperdício, diferenciam-se dois tipos de atividades: as que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, mas que são necessárias no atual estágio de desenvolvimento tecnológico (por exemplo, as inspeções), e as que não agregam valor e podem ser eliminadas imediatamente (SHINGO, 1996).

Conforme Shingo (1996), essa mudança de paradigma na gestão da produção fundamenta-se através de dois pilares: a autonomia e o *Just in Time*. Segundo Hirota (2001), autonomia é a combinação da automação, um sistema automático de controle que possibilita que um operário se responsabilize pela operação de diversas máquinas durante o ciclo de produção, e a atribuição de autonomia ao operário ou à máquina na interrupção do fluxo produtivo a partir da detecção de qualquer anomalia no processo. Shingo (1996) define essa prática como sendo uma **automação com um toque humano**, e evita, dessa forma, a propagação de erros no processo.

O segundo pilar do Sistema Toyota de Produção, o *Just in Time*, determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata, com o produto ou matéria-prima chegando ao local de utilização somente no momento exato em que for necessário, eliminando desperdícios, aumentando a produtividade e, assim, agilizando a resposta da produção às demandas do cliente. O objetivo principal do *Just in Time* é o de promover a otimização do sistema de manufatura como um todo, desenvolvendo procedimentos, políticas e atitudes necessárias para manter a competitividade e a melhoria contínua do processo produtivo da empresa, principalmente através da redução de estoques, tanto de matéria-prima quanto de subprodutos (CHIAVENATO, 2005; HIROTA, 2001; SHINGO, 1996; WOMACK et alli, 2004).

Esse sistema de administração da produção foi concebido por Ohno, inspirado na forma de compra nos supermercados americanos, nos quais os clientes retiram das prateleiras apenas aquilo que precisam, quando precisam e na quantidade necessária, requerendo alta coordenação da programação da produção e ausência de defeitos nos diversos estágios do processo. Desta forma, o *Just in Time* tornou-se muito mais que uma técnica de gestão da produção, constituindo uma completa filosofia, a qual inclui aspectos como gestão da qualidade, engenharia de produção, gestão de materiais, organização física e gestão de recursos humanos (CHIAVENATO, 2005).

Dentre as ferramentas necessárias para implementação do *Just in Time* destaca-se o *kanban*, um sistema de cartões de sinalização utilizados na produção, controlando os fluxos de produção ou transportes em uma indústria (SHINGO, 1996). Essa palavra de origem japonesa significa literalmente **placa visível**, e configura-se num modelo de produção e movimentação dos materiais durante os fluxos produtivos do sistema. Através do fluxo de informação gerado

a partir da utilização das cartelas, entre os clientes internos do processo de produção e seus fornecedores, informando o que, quanto e quando produzir, esse modelo torna-se uma ferramenta de controle físico e visual essencial para o sistema *Just in Time* (CHIAVENATO, 2005; HIROTA, 2001).

Após a análise desse e de outros sistemas, no que se refere ao conceito de mudança de paradigma, percebe-se a evolução dos sistemas ao longo do tempo, como a substituição para o sistema de Produção Enxuta, que se deu em função principalmente da necessidade das organizações de se adaptarem a um ambiente de instabilidade e turbulência no mercado, cenário oposto àquele em que o sistema conhecido como Fordismo-Taylorismo foi idealizado e obteve sucesso. Em função dessa necessidade de adaptação dos sistemas de produção devido à realidade e às características da empresa, cada nova idealização de filosofia gerencial torna-se uma evolução, e não uma substituição ao sistema anterior adotado (CHIAVENATO, 2005; SHINGO, 1996; WOMACK et alli, 2004).

Shingo (1996) considera que os princípios e conceitos fundamentados pela Produção Enxuta são suficientemente genéricos para serem aplicados a diferentes tipos organizacionais, independentemente de natureza, tamanho, processo e produto. No entanto, a consolidação da teoria a partir da estruturação da experiência prática torna-se a principal dificuldade para aplicação generalizada dos conceitos, assim como a sua adaptação a setores com características mais dinâmicas e peculiares, como o da construção civil.

3.2 GESTÃO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A mudança conceitual mais relevante para a construção civil em relação aos conceitos propostos pela Construção Enxuta é a introdução de uma nova forma de se entender os processos produtivos. Esses conceitos referem-se principalmente à definição quanto a processos e operações, caracterizando, portanto, uma mudança essencialmente conceitual entre a filosofia gerencial tradicional (modelo de conversão) e a Construção Enxuta (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

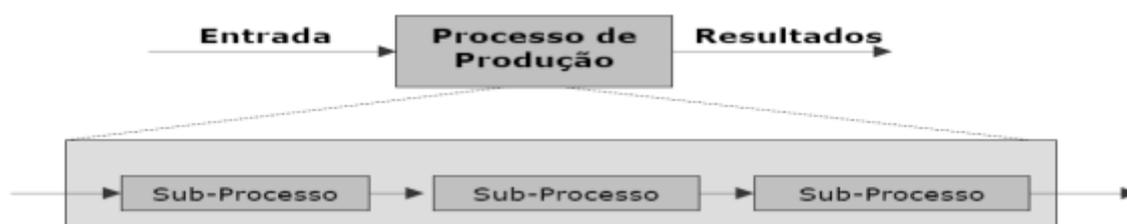
Para a implementação das ações gerenciais enxutas num setor tão peculiar quanto o da construção civil, torna-se necessária a introdução de uma nova forma de entender os processos (ISATTO et alli, 2000). Na visão considerada tradicional, o processo de produção

consiste em atividades de conversão de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), constituindo, assim, o denominado modelo de conversão (KOSKELA, 1992, tradução nossa). Esse modelo conceitual, ainda dominante na construção civil, apresenta, conforme Koskela (1992, tradução nossa), implicitamente, as seguintes características:

- a) o processo de conversão pode ser subdividido em subprocessos, que são igualmente considerados processos de conversão;
- b) o custo total do processo pode ser minimizado através do esforço pela minimização do custo de cada subprocesso;
- c) o valor do produto de um processo é associado unicamente ao custo (ou valor) dos insumos deste processo.

Esse modelo é normalmente adotado nos processos de elaboração de orçamentos convencionais e de planos da obra, já que são explicitadas unicamente as atividades de conversão nesses documentos, que são as atividades que agregam valor ao produto (KOSKELA, 1992, tradução nossa). A figura 2 representa o modelo de processo de conversão, dividido em subprocessos.

Figura 2 – Modelo tradicional de processo



(fonte: adaptado de KOSKELA, 1992, tradução nossa)

Para Koskela (1992, tradução nossa), os métodos de gerenciamento desse modelo de conversão violam os princípios básicos de fluxo e melhoria na produção, e, como consequência, aumentam consideravelmente o nível de desperdício, que se torna invisível em termos totais. As principais deficiências do modelo de conversão, segundo Koskela (1992, tradução nossa), seja do ponto de vista da produção ou da qualidade, são:

- a) a desconsideração das atividades que fazem parte dos fluxos físicos entre as atividades de processamento, tais como transporte, espera e inspeção;
- b) a deterioração da eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão a partir da tendência de foco unicamente nos subprocessos individuais e não no sistema produtivo como um todo para controlar e melhorar a produção;

- c) a produção de produtos inadequados em função da desconsideração dos requisitos dos clientes, sejam eles internos ou externos.

Em contrapartida a esses conceitos tradicionais de produção na construção, a Construção Enxuta considera que o ambiente produtivo é composto não só por atividades de conversão, mas também atividades de fluxo. Mesmo que somente as atividades de conversão agreguem valor ao processo, o gerenciamento e a consideração das atividades de fluxo são essenciais na busca pela diminuição de desperdícios, melhoria do processo de planejamento e controle da produção e aumento da transparência na produção (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

Shingo (1996) destaca a diferença entre os dois modelos também a partir da compreensão dos conceitos de operação e processo no contexto da produção. No modelo tradicional, operação e processo são considerados eventos da mesma natureza, diferenciados apenas pelo porte. Segundo esse modelo, o processo passa a ser considerado como um somatório de várias operações, e as melhorias nas operações significam melhorias no processo do qual fazem parte e, por consequência, ganhos na produção. A partir da aplicação dos conceitos enxutos na produção, operação e processo passam a ser eventos de natureza distinta. De acordo com esse modelo, todas as atividades produtivas podem ser decompostas em duas componentes: o fluxo de objeto do trabalho (material) no espaço e no tempo, que são os **processos**, e o fluxo do sujeito de trabalho (operários e máquinas) no espaço e no tempo, caracterizando o fluxo das **operações**.

Neste enfoque, passa a ser necessário que tanto os processos quanto as operações sejam alvo de análise na busca de melhorias de eficiência e eficácia da produção. Shingo (1996) deixa claro que nesta busca deve-se priorizar as melhorias relativas aos processos em relação às operações, pois é prioritária a ação sobre as causas geradoras de necessidade (os processos), para só então agir sobre a forma como se realiza o trabalho (as operações). Em relação à implementação, Santos et alli (1998) afirmam que esta filosofia demanda uma maior capacidade para gerenciar o fluxo de informação, que se torna mais intenso e complexo, uma vez que são identificadas também as atividades de fluxo do processo, e não só as atividades de processamento.

Uma comparação entre a filosofia de produção convencional (modelo de conversão) e a Produção Enxuta foi proposta por Koskela (1996, tradução nossa), conforme apresentado no quadro 1.

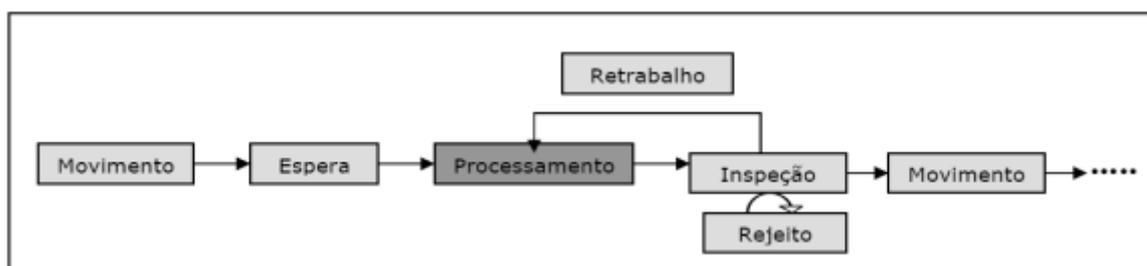
Quadro 1 – Comparação entre a produção convencional e a Produção Enxuta

	Filosofia de Produção Convencional	Filosofia de Produção Enxuta
Conceito de produção	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produção consiste em conversão ▪ Todas as atividades agregam valor. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produção consiste em conversão e fluxos. ▪ Existem atividades que agregam e atividades que não agregam valor.
Foco do controle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo das atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo, tempo e valor dos fluxos.
Foco de melhorias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento de eficiência pela implantação de novas tecnologias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminação ou redução de atividades que não agregam valor. ▪ Incremento de eficiência em atividades que agregam valor, através de melhoria contínua e novas tecnologias.

(fonte: adaptado de KOSKELA, 1996, tradução nossa)

A figura 3 apresenta as etapas do processo de produção proposta no modelo da Construção Enxuta. Os retângulos mais claros na figura representam as atividades do processo que não agregam valor, em contraste com as demais atividades consideradas de conversão, ou processamento, que agregam valor.

Figura 3 – Modelo de processo da Construção Enxuta



(fonte: adaptado de KOSKELA, 1992, tradução nossa)

Esse modelo de processo proposto na Construção Enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais que vai desde a matéria-prima até o produto final. Nesse fluxo, o material é processado, inspecionado, estocado ou movimentado. Os processos de fluxo podem ser caracterizados por seu custo, tempo e valor, sendo este último relacionado ao grau de satisfação das necessidades do consumidor. A compreensão e consideração adequada dos efeitos dessas atividades de fluxo na produção têm por objetivo minimizar ou eliminar causas de desvios nos planos da produção (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

Segundo Koskela (1992, tradução nossa), as causas que originam problemas crônicos na produção são evidenciadas a partir da análise aprofundada e da consideração das atividades de fluxo, sejam elas de transporte, espera, processamento (conversão) ou inspeção, levando a entendimentos teóricos e orientações práticas que objetivam melhorias. Da mesma forma, as causas podem ser ocasionadas pelo uso de conceitos tradicionais para produção, projeto e organização que, ao longo do tempo tem se mostrado ineficiente, assim como a falta de uma análise mais aprofundada quanto às particularidades do setor da construção civil.

O mesmo autor faz três recomendações para aumentar a qualidade na produção:

- a) projetar e preferir processos que tenham pouca variabilidade;
- b) estabelecer mecanismos para detecção e correção dos defeitos de forma rápida e eficiente;
- c) definição das especificações para cada atividade de transformação.

A geração de valor também é um aspecto que caracteriza o modelo de processo da Construção Enxuta. Sobre o assunto, Isatto et alli (2000, p. 9) caracterizam a geração de valor sob o ponto de vista enxuto de produção:

O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Assim, 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.

Sobre o modelo tradicional de conversão, Isatto et alli (2000) salientam que o mesmo não é necessariamente errado, assim como pode ser perfeitamente aplicável a sistemas de produção mais simplificados, que tem sua produção centrada em apenas um processo de conversão. Isatto et alli (2000, p. 10) fazem a seguinte reflexão sobre a aplicabilidade dos diferentes sistemas de produção:

À medida que os sistemas de produção tornaram-se mais complexos e os mercados mais competitivos, o modelo de conversão passou a não representar adequadamente os sistemas de produção. A complexidade tende a aumentar a parcela de atividades de fluxo no sistema de produção, exigindo que seja dada a devida atenção às mesmas. Por outro lado, o aumento da competição tende a aumentar o nível de exigência dos clientes, requerendo um maior foco nos clientes na gestão dos processos.

Diante do exposto, deve-se ter cuidado quando da análise de processos de formulação e formação das estratégias nas empresas de construção civil em função das características do

setor da construção, das empresas que o compõem e do seu produto. O correto entendimento do setor e suas peculiaridades, assim como o adequado entendimento quanto aos conceitos e estratégias de implementação dos princípios da Construção Enxuta são fundamentais para o êxito na adoção das ações gerenciais contidas nesta filosofia.

3.3 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Com o objetivo de maximizar a eficiência e eficácia das atividades de conversão, assim como eliminar ou reduzir as atividades de fluxo, a Construção Enxuta é fundamentada a partir de uma série de princípios, definidos com base nos mecanismos gerados a partir de diversos estudos empíricos desenvolvidos por Shingo e outros seguidores do Sistema Toyota de Produção. São onze princípios contidos nesta filosofia, os quais são apresentados e discutidos a seguir, conforme Koskela, em 1992, propôs no trabalho *Application of the new production philosophy in the construction*. Também será feita a consideração de outros autores, como Bernardes (2003), Isatto et alli (2000) e Shingo (1996) sobre tais princípios.

3.3.1 Reduzir a participação das atividades que não agregam valor

Levando em conta que as atividades que não agregam valor são dominantes nos diferentes processos de produção, em relação às atividades que agregam valor, é fundamental não só a consideração destas atividades como também a sua prioridade nas análises produtivas em obra. A consideração fundamental das atividades que não agregam valor faz com que sejam identificadas as causas dos desperdícios e, dessa forma, a eficiência dos processos pode ser melhorada e suas perdas reduzidas através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, assim como por meio da eliminação de algumas atividades de fluxo (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

Para Koskela (1992, tradução nossa) a ignorância, o projeto inadequado e a natureza inerente à produção podem ser três das causas pelas quais os responsáveis pelos empreendimentos não levam em consideração tais atividades de fluxo, como espera, inspeção e movimentação. Assim como a desconsideração de atividades que são predominantes na produção, a desagregação ou subdivisão de tarefas implica em acréscimo desnecessário de atividades de fluxo e, conseqüentemente, o aumento das atividades que não agregam valor. Dessa forma,

torna-se fundamental a elaboração de um projeto que considere e especifique de forma adequada tais atividades, contribuindo para um maior detalhamento e conhecimento de possíveis perdas no processo de produção.

Mesmo que seja possível eliminar ou reduzir a maioria das atividades que não agregam valor, este princípio não deve ser levado ao extremo, ou analisado de forma simplista. Existem diversas atividades as quais não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são essenciais e agregam valor a clientes internos, tais como planejamento, prevenção de acidentes e análise de custos. A presença dessas atividades é essencial à medida que elas evitam, inclusive, a ocorrência de novas atividades de fluxo em decorrência, por exemplo, da falta de planejamento ou de acidentes no trabalho (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

A utilização do processo de planejamento e controle da produção facilita a implementação deste princípio da Construção Enxuta, à medida que busca reduzir as atividades de movimentação, inspeção e espera, bem como aquelas que consomem tempo, mas não agregam valor ao cliente final (BERNARDES, 2003).

3.3.2 Aumentar o valor do produto através da consideração sistemática das necessidades dos clientes

Segundo Koskela (1992, tradução nossa), somente quando os requisitos de seus clientes internos e externos são atendidos é que se agrega valor ao produto. Para a correta aplicação deste princípio, é fundamental a clara identificação do conceito de cliente, interno ou externo, assim como a identificação das suas necessidades e consideração destas no projeto do produto e na gestão da produção (ISATTO et alli, 2000). Segundo Koskela (1992, tradução nossa), muito mais do que a consideração dos requisitos dos clientes externos, a identificação e valorização do cliente interno pode reduzir as atividades de inspeção, o retrabalho e o tempo entre atividades subsequentes (tempo de *set up*), reduzindo, portanto, diversas atividades de fluxo e suas consequências prejudiciais à produção.

Quanto à aplicação prática do princípio, Isatto et alli (2000) afirmam que a aplicação deste princípio envolve o mapeamento do processo, devendo ser identificadas de forma sistemática as necessidades dos clientes, sejam eles internos ou externos, para cada estágio do mesmo,

necessitando que estes requisitos sejam explicitamente identificados e comunicados aos demais clientes envolvidos no processo.

3.3.3 Reduzir a variabilidade

A partir da ideia de consumo mínimo de recursos e consequente aumento da eficiência do processo, surge a necessidade da redução da variabilidade no processo produtivo. Existem duas razões para a redução da variabilidade. Primeiramente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais adequado, oferecendo maior satisfação a este, devido à obtenção das expectativas quanto à qualidade do produto e suas referidas especificações previamente estabelecidas. Em segundo lugar, a variabilidade, especialmente quanto à duração das atividades, aumenta o volume das atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992, tradução nossa). Para Isatto et alli (2000), o aumento da parcela dessas atividades, assim como o aumento do tempo necessário para a execução de um produto, deve-se principalmente às interrupções de fluxos de trabalho e à não aceitação de produtos fora de especificações pelos clientes.

Segundo Koskela (1992, tradução nossa), as incertezas na produção resultam na manutenção de estoques de segurança, na ociosidade de recursos humanos e de equipamentos além da geração de atividades de fluxo. Como forma de redução das mesmas, o autor ressalta que a utilização de procedimentos de execução, produtos e elementos padronizados, estabelecendo, assim, padrões de processo, é um dos mecanismos de redução da variabilidade.

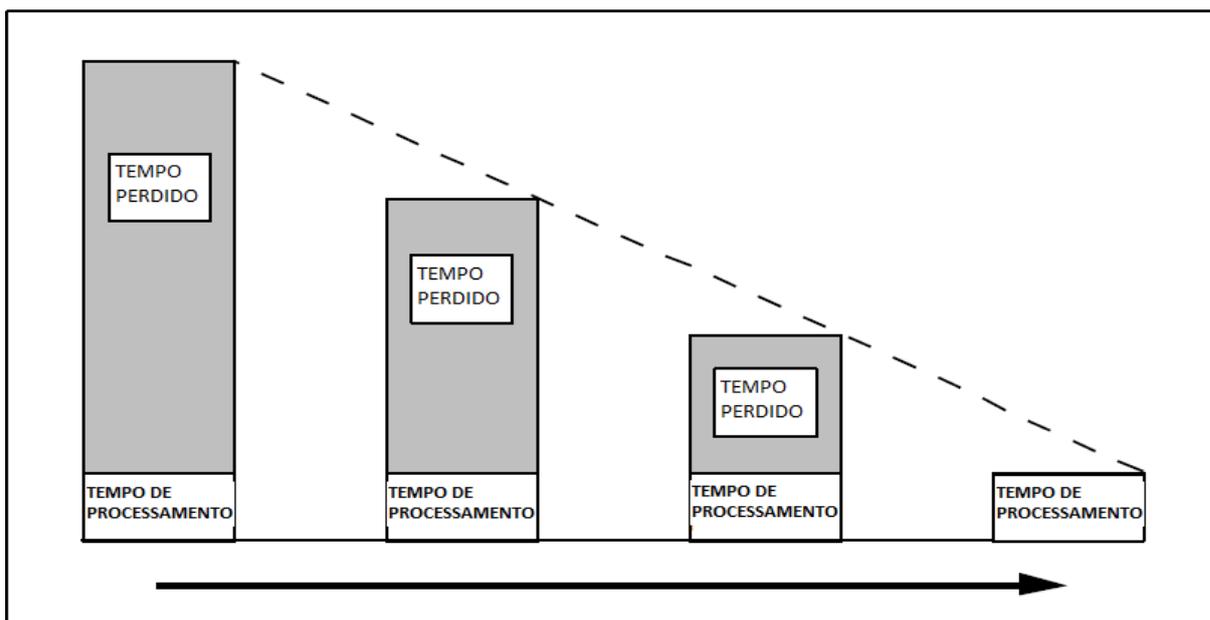
3.3.4 Reduzir o tempo de ciclo

Segundo Koskela (1992, tradução nossa), o tempo de ciclo é definido como o tempo necessário para a conclusão de um processo, ou seja, o somatório dos prazos necessários para processamento, inspeção, espera e movimentação. A ideia fundamental deste princípio é a redução das atividades de fluxo, ou seja, da parcela de atividades que não agregam valor, e na melhoria contínua, através da consideração de que o processo de melhoria é agilizado a partir da redução entre o tempo desde a execução até a identificação do problema e sua correção, permitindo, assim, respostas mais rápidas para a correção de problemas na fonte.

A necessidade de redução do tempo disponível como forma de eliminação das atividades de fluxo está diretamente relacionada à aplicação deste princípio. Além disto, o princípio da redução do tempo de ciclo traz vantagens como a entrega mais rápida ao cliente, a gestão dos processos mais facilitada, o aumento do efeito da aprendizagem, maior precisão na estimativa de futuras demandas e menor vulnerabilidade do sistema de produção quanto às mudanças de demanda (ISATTO et alli, 2000).

A redução do tempo de ciclo, segundo Koskela (1992, tradução nossa), pode ser obtida através da adoção de ações como a elaboração de um bom planejamento e organização do canteiro de obra, execução em paralelo de atividades pertencentes a um mesmo ciclo, sincronização de atividades e redução da variabilidade. A redução do tempo de ciclo através da redução e da eliminação das atividades que não agregam valor, assim como através da variabilidade, é representada na figura 4.

Figura 4 – Redução progressiva do tempo de ciclo



(fonte: BERLINER; BRIMSON¹, 1988 apud KOSKELA, 1992, tradução nossa)

¹ BERLINER, C.; BRIMSON, J. A. **Cost Management for Today's Advanced Manufacturing**. Boston: Harvard School Press, 1988.

3.3.5 Simplificar o processo através da redução do número de passos e partes

A simplificação é outro princípio básico da Construção Enxuta, já que contribui para a melhor compreensão do processo produtivo. A simplificação pode ser entendida como a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações (BERNARDES, 2003). Já segundo Koskela (1992, tradução nossa), a simplificação pode ser entendida como a minimização do número de componentes em um produto e a redução das interdependências, assim como a minimização do número de passos e partes em um fluxo de material ou informação. Assim, na medida em que se tem um processo mais simplificado, atividades como inspeção e movimentação diminuem.

Sobre o princípio, Isatto et alli (2000, p. 18) afirmam o seguinte:

Quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor. Isto ocorre em função das tarefas auxiliares de preparação e conclusão necessárias para cada passo no processo (por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspeção final, etc.), e também pelo fato de que, em presença de variabilidade, tende a aumentar a possibilidade de interferência entre as equipes.

A implementação do princípio da simplificação pode ser obtida através da adoção de práticas como a padronização das partes, componentes e procedimentos, simplificação do produto na etapa de projeto, minimizar a quantidade de informações necessárias ao controle e redução das interferências ao longo da execução da atividade, assim como mudanças organizacionais (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

3.3.6 Aumentar a flexibilidade de saída

Aumentar a flexibilidade de saída se refere à possibilidade de alterar as características não só da operação como também dos produtos entregues aos clientes, sem, no entanto, aumentar de forma considerável os custos do mesmo. O conceito de flexibilização deve ser considerado na etapa de projeto, e está fortemente vinculado à consideração dos requisitos do cliente e ao conceito de processo como gerador de valor, e permite aumentar a flexibilidade do produto sem comprometer substancialmente a eficiência do sistema produtivo. O atendimento a este princípio exige uma rápida adaptação às mudanças, que por sua vez requer agilidade nos

procedimentos, em relação ao processo de produção (ISATTO et alli, 2000; KOSKELA, 1992, tradução nossa).

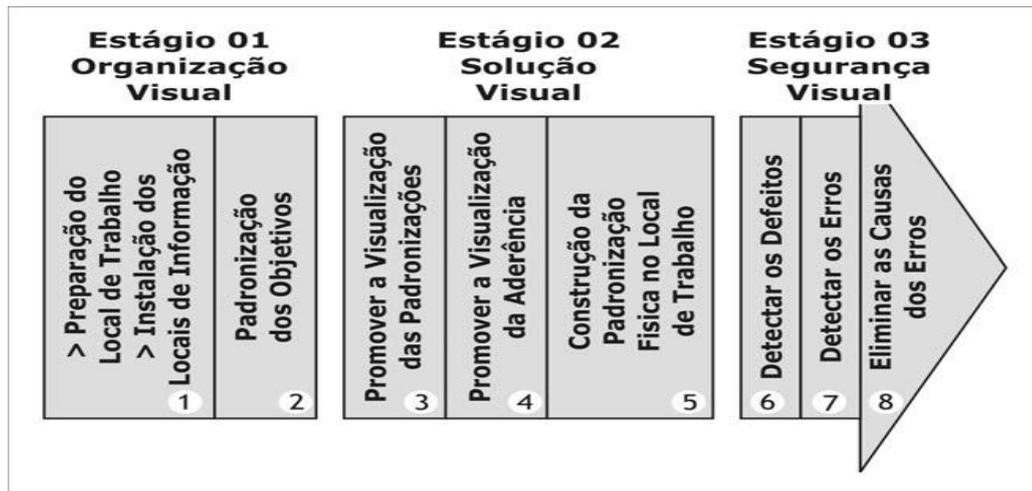
Além da diminuição dos tempos de preparo para o início das atividades, da redução do tamanho dos lotes e do uso de mão de obra multifuncional, outro mecanismo utilizado para aumentar a flexibilidade de saída é o projeto com planta flexível, na qual as definições na etapa de projeto se referem às possíveis alterações, que serão planejadas para serem executadas de acordo com as necessidades dos clientes (KOSKELA, 1992, tradução nossa). Sobre o assunto, Bernardes (2003, p. 28) afirma que “A coleta de informações sobre possíveis alterações de projeto por parte dos clientes pode garantir uma certa flexibilidade à produção, uma vez que a mudança acaba ocorrendo de maneira planejada.”.

3.3.7 Aumentar a transparência do processo

Conforme Koskela (1992, tradução nossa), a falta de transparência nos processos aumenta a possibilidade da ocorrência de erros, já que reduz não só a visibilidade global dos processos, mas também diminui a capacidade de difundir informação útil a todos aqueles envolvidos no processo construtivo e diminui o envolvimento dos trabalhadores. O princípio da transparência, assim como o da simplificação, contribui para uma melhor compreensão do processo, permitindo maior agilidade na identificação e correção de possíveis falhas ou problemas, no ambiente produtivo, durante a execução dos serviços. Além disso, traz significativos impactos positivos no que diz respeito à obtenção de locais de trabalho visuais e comunicativos.

Na comunicação convencional as informações são transmitidas. Na comunicação visual são criados campos de informação dos quais as pessoas buscam e captam a qualquer momento as informações necessárias (GREIF, 1991, tradução nossa). A estrutura principal para se chegar a um local de trabalho visualmente adequada possui oito níveis de maturidade, divididos em três estágios, representados na figura 5 (GALSWORTH, 1997, tradução nossa).

Figura 5 – Estrutura para um local de trabalho visualmente adequado



(fonte: adaptado de GALSWORTH, 1997, tradução nossa)

O conceito da transparência deve ser aplicado, inclusive, nos sistemas de comunicação interna da empresa, assim como na documentação de procedimentos e processos de controle. A implementação do princípio mostra-se ainda mais benéfica quando utilizada através do processo de planejamento e controle da produção, já que, dessa forma, as informações passam a ser disponibilizadas de acordo com os requisitos de seus usuários no ambiente produtivo (BERNARDES, 2003; KOSKELA, 1992, tradução nossa).

A identificação desses possíveis problemas é facilitada, normalmente, pela utilização de mecanismos como a disposição de meios físicos, indicadores e dispositivos, que podem contribuir para uma melhor disponibilização da informação nos postos de trabalho, através da elaboração de um *layout* de canteiro apropriado e bem sinalizado. Outras abordagens práticas quanto à aplicação deste princípio dizem respeito à adoção de ações como o estabelecimento de tarefas básicas de limpeza, organização e manutenção do canteiro de obra, redução da interdependência das unidades de produção e a utilização de controles visuais que possibilitem habilitar qualquer pessoa a reconhecer as normas e procedimentos adequados para cada ambiente (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

O princípio da transparência, assunto principal deste trabalho, será abordado com maiores detalhes e abordagens práticas no capítulo 4.

3.3.8 Focar o controle no processo global

O controle do processo como um todo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios, que possam vir a interferir nos prazos da obra, e também aumentar as perdas no processo. Esse aumento das perdas deve-se, principalmente, à não consideração do processo como um todo pelos diferentes níveis gerenciais, que tendem a melhorar a sua parcela de trabalho de forma individual (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

Um dos principais problemas na tendência de foco nos subprocessos, como forma de se obter uma melhora global, é a possibilidade de subotimizar essa atividade específica, dentro de um processo, reduzindo, assim, o desempenho do processo como um todo (ISATTO et alli, 2000). Quanto maior for a complexidade do processo produtivo, maior será a tendência de detalhamentos e subdivisões, que ocorrem, normalmente, segundo o eixo vertical, que busca hierarquizar os subprocessos, e o horizontal, que busca detalhá-los. Esse procedimento prejudica a visibilidade dos problemas e a obtenção de informações úteis ao controle, podendo, dessa forma, gerar maiores incertezas e variabilidades para o processo global (KOSKELA, 1992, tradução nossa).

Assim como a tendência natural das ações gerenciais enxutas, que em primeiro lugar introduzem melhorias nos processos para depois estudar melhorias nas operações, o foco no controle do processo como um todo busca a simplificação e a transparência para possibilitar o domínio do processo, em seus detalhes, sem perder de vista o sistema global de produção (KOSKELA, 1992, tradução nossa; SHINGO, 1996).

3.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo

O esforço para minimizar o desperdício e aumentar o valor na gestão de processos é uma atividade interna, incremental e iterativa. Pode e deve ser realizada continuamente na empresa e pode ser cumprido na medida em que os demais princípios vão sendo alcançados. O princípio tem como objetivo eliminar a origem dos problemas, ao invés de lidar com seus efeitos (KOSKELA, 1992, tradução nossa). Para Isatto et alli (2000), a condução do esforço pela redução das perdas deve ser realizado com a participação da equipe responsável, que é quem comanda o processo, reforçando a ideia de que o trabalho em equipe e a gestão participativa constituem os requisitos essenciais para a introdução de melhorias no processo.

Um exemplo da importância da participação ativa das equipes se dá através da utilização, por exemplo, de sugestões das mesmas para possíveis melhorias do processo, utilizando o seu conhecimento, a sua experiência e visão prática das atividades.

Como forma de se obter a melhoria contínua nos processos, podem ser utilizados mecanismos como a transparência, a simplificação e a redução do tempo de ciclo, permitindo, assim, agilidade na resolução de problemas. Também é essencial o estabelecimento de metas, medições e monitoramentos, assim como é fundamental que haja maior engajamento e conhecimento da obra por parte de todos os envolvidos no processo construtivo em prol da redução do desperdício em obra.

3.3.10 Balancear a melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões

Há diferentes potenciais de melhoria para qualquer processo de produção, fluxo e conversão. Dessa forma, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior será o impacto das melhorias nas atividades de fluxo e, quanto maiores as perdas inerentes ao processo, as melhorias levarão a melhores resultados se forem direcionadas às atividades de fluxo, em comparação as de conversão. Normalmente, as melhorias de fluxo requerem menores investimentos, já as, no processamento, tornam-se mais lucrativas quando existem perdas inerentes à tecnologia utilizada, com efeitos mais imediatos (ISATTO et alli, 2000; KOSKELA, 1992. tradução nossa).

Koskela (1992, tradução nossa) complementa que a questão central deste princípio está na intimidade com que as melhorias de fluxo e conversão se relacionam:

- a) melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos;
- b) fluxos mais controlados facilitam à implementação de novas tecnologias relacionadas à informação;
- c) novas tecnologias de processamento (conversão) podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo, necessitando um equilíbrio entre ambas.

Para Bernardes (2003), o princípio do balanceamento entre as melhorias deve ser observado durante a etapa de projeto, bem como ao longo da formulação da estratégia das frentes de obra.

3.3.11 Fazer *Benchmarking*

De acordo com Isatto et alli (2000, p. 25), “*Benchmarking* consiste em um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico da produção.”. É um processo contínuo de pesquisa e comparação de serviços, produtos e práticas empresariais, e seu conceito enraizou-se numa nova abordagem de planejamento estratégico que tem produzido resultados impressionantes nas últimas décadas em diversas empresas de diferentes segmentos industriais.

Para Koskela (1992, tradução nossa), a aplicação deste princípio depende do conhecimento dos próprios processos da empresa, da identificação das boas práticas em empresas líderes da mesma área e do correto entendimento dos princípios por trás dessas boas práticas e adaptação destas à realidade da empresa. Para Bernardes (2003, p. 30), “[...] deve-se procurar analisar e buscar desenvolver os processos levando em conta as melhores práticas existentes no mercado.”.

4 APLICAÇÕES E ABORDAGENS PRÁTICAS DO PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Cada vez mais as empresas do setor da construção civil buscam alternativas e investimentos diversos na tentativa pela minimização das atividades que não adicionam valor ao produto nos processos de produção. Segundo Santos (1999, tradução nossa), diversos mecanismos têm sido utilizados como forma de diminuir as perdas na construção civil, tais como iniciativas inovadoras na movimentação de materiais, na comunicação em obra, nas condições de trabalho, no planejamento e gerenciamento da obra, no controle da execução e na padronização de procedimentos operacionais.

Para Koskela (1992, tradução nossa), o princípio do aumento da transparência, assim como aconteceu com outros princípios de gestão da produção, foi desenvolvido em um longo processo de tentativa e erro. A transparência é um princípio orientado ao controle visual da produção, e tem o objetivo de transformar os processos de produção mais observáveis e visuais para todos aqueles envolvidos no empreendimento a ser construído. Para Santos et alli (1998, p. [1]), “A transparência pode ser definida como a habilidade que um processo de produção (ou suas partes) possui em comunicar informação útil ao ser humano.”. À medida que o princípio é utilizado, portanto, os problemas na execução das diversas tarefas são identificados mais rapidamente no ambiente produtivo e, por consequência, aumentando a rapidez na solução dos mesmos.

É fundamental, nesse contexto, a tentativa de redução da incidência de tudo aquilo que não acrescente valor no decorrer das atividades em obra, ainda mais no que se refere à construção civil, caracterizada por um alto índice de rotatividade de pessoal e mudanças frequentes da situação física do processo. Assim, o princípio da transparência torna-se fundamental à medida que o setor tem um enorme potencial de melhoria com a correta adoção dessa prática, transformando o tempo perdido em tempo produtivo para o andamento do processo construtivo. Essa situação de tempo improdutivo ocorre na obra em situações diversas como, por exemplo, as tentativas em solucionar problemas no decorrer da execução das atividades, a procura por ferramentas e materiais no canteiro, a falta de concentração e felicidade do

operário que trabalha em um ambiente sujo e desorganizado, além de todos os desperdícios ocasionados pela falta de difusão de informações úteis no canteiro de obra (KOSKELA, 1992, tradução nossa; SANTOS et alli, 1998).

As abordagens relacionadas ao princípio da transparência são de análise e aplicação mais facilitada às peculiaridades do setor da construção civil, já que todas as ações gerenciais que podem ser implementadas à indústria da manufatura são aplicáveis a este setor, sem restrições (SANTOS et alli, 1998). Além disso, os autores consideram que a transparência também pode servir de base para a implementação de outros princípios relacionados à Construção Enxuta, trazendo benefícios diretos quanto ao desempenho dos sistemas de produção, assim como pode ser aplicada em processos gerenciais, e não apenas nos processos físicos da obra, mais especificamente no que se refere ao fluxo de informações.

Tanto o conceito de transparência, que pode ser encontrado em diversas teorias e métodos gerenciais, quanto os esforços na adaptação das práticas da Gestão Visual da indústria manufatureira para a construção civil, têm promovido diversas pesquisas relacionadas à melhor maneira pela qual essas ações gerenciais podem ser implementadas no setor (SANTOS, 1999, tradução nossa). O princípio do aumento da transparência nos processos pode ser implementado no ambiente produtivo visando a diferentes, porém complementares, objetivos (SANTOS et alli, 1998, p. [2]):

- a) informativo: é o modo mais passivo de transparência, objetivando o fornecimento de informação útil ao trabalho, sem obrigatoriedade de aderência ao seu conteúdo;
- b) controle: este modo assume uma autoridade levemente superior em relação ao anterior. Primeiramente, o sinal visual (que inclui todos os sentidos humanos) atrai a atenção do operário e só então a mensagem é transmitida. Esse tipo de sinal é de aderência obrigatória;
- c) *Poka-yoke*: aqui os sinais assumem o mais alto nível de autoridade sobre o processo de produção. Também conhecido como “mecanismo à prova de erro”, o *Poka-yoke* geralmente possui algum tipo de garantia visual (e mecânica), de forma que somente o resultado desejado possa ocorrer;
- d) *marketing*: o canteiro de obras é visto, em geral, como um ambiente sujo, perigoso e nada glamoroso. Em contraste, nas empresas consideradas de classe mundial, gerentes de produção podem se orgulhar de seus processos de produção a ponto de utilizá-los, por exemplo, como ferramenta de apoio na estratégia de *marketing* da empresa;
- e) motivação: nesta abordagem, a empresa utiliza os recursos visuais principalmente para fornecer *feedback* e reconhecer os esforços de melhoria.

Os itens seguintes referentes às aplicações do princípio da transparência na prática da construção civil tiveram como base conceitual não só as abordagens propostas por Koskela, em 1992, mas também levam em consideração outros estudos realizados sobre a aplicação deste princípio. A discussão das abordagens e aplicações do princípio do aumento da transparência dos processos, a seguir, aborda os benefícios, os aspectos teóricos e exemplos práticos referentes à implementação deste princípio ao setor da construção civil.

4.1 ADOÇÃO DE PRÁTICAS RELACIONADAS AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMANOS NA OBRA.

A implementação de um adequado gerenciamento de recursos humanos na estrutura organizacional da empresa está diretamente relacionada aos benefícios resultantes dos aspectos comportamentais dos trabalhadores, entre eles a aplicação do princípio da transparência de forma correta e eficiente como forma de aumentar a sinergia das equipes. Dessa forma, a abordagem de uma qualificada gestão de pessoas em obra não só aumenta o nível de transparência dos processos, mas também facilita a adoção deste princípio ao ambiente produtivo, configurando-se, portanto, numa importante estratégia de implementação ao ambiente da construção civil (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa). Segundo Greif (1991, tradução nossa), para a correta implementação deste princípio, é necessário que a gestão dos sistemas de produção da empresa aconteça através da participação mais efetiva dos trabalhadores, configurando, assim, uma descentralização da tomada de decisões e uma redefinição de autonomia na estrutura hierárquica e organizacional da empresa.

A utilização de mecanismos em obra com o objetivo de aumentar a sinergia dos trabalhadores devem ser práticas usuais na empresa, como forma de aumentar o envolvimento e o espírito de equipe de todos aqueles envolvidos no ambiente produtivo. Tais mecanismos utilizados podem ser exemplificados através da adoção de práticas como a identificação de cada trabalhador em suas roupas ou capacetes, especificações visuais de seus locais de trabalho, níveis de produtividade e configuração das diferentes equipes de trabalho, difusão de informações relacionadas ao bem estar dos operários, pesquisas relacionadas ao nível de satisfação e motivação de cada trabalhador, assim como a utilização de caixas de sugestão em ambientes comuns (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa). Isso significa dizer que as equipes de produção não deveriam somente ser instruídas a cumprir, mas também deveriam

participar de forma ativa no desenvolvimento de procedimentos e métodos de trabalho que resultem na elevação do desempenho das operações (GREIF, 1991, tradução nossa).

Segundo Greif (1991, tradução nossa), a adesão e a sinergia dos trabalhadores só acontecem quando eles se sentem valorizados e, portanto, capazes de compreender as informações e, assim, se comprometerem a utilizá-las, como especificado, no desenvolvimento das tarefas. Esse completo envolvimento dos funcionários em obra compreende uma mudança organizacional e de cenário na empresa quanto às responsabilidades destes, que passam a ter acesso às informações necessárias à tomada de decisões, participação na elaboração do planejamento e controle da produção, e tendo como consequência o aumento em grande escala da participação global dos trabalhadores.

Nesse contexto, o trabalhador passa a saber o que fazer, como fazer, onde fazer, com quem fazer e como está sendo a sua produção em obra. Dessa forma, a instrução, elaboração de planos de atividades, prazos para obra e execução das atividades fica facilitada e com menor índice de variabilidade, já que todos os funcionários sentem-se comprometidos e seguros quanto ao cumprimento das tarefas, assim como se consegue um acréscimo considerável no nível de transferência de informações em obra.

Sobre o assunto, Santos et alli (1998) ressaltam que as ideias propostas pela adoção do princípio da transparência resulta em diversos benefícios. Porém, os autores observam que este princípio só é corretamente aplicado através do envolvimento dos trabalhadores, com a mudança comportamental destes diante da utilização dos dispositivos visuais, sinalizações, recomendações e todas as outras ações fundamentadas na transparência, caso contrário, mesmo que esta seja aplicada, os resultados se mostrarão ineficientes.

4.2 REDUÇÃO DA INTERDEPENDÊNCIA DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO

A aplicação desta abordagem relaciona-se com o princípio da Construção Enxuta referente à simplificação dos fluxos físicos, já que, conforme Santos (1999, tradução nossa), o foco principal é a implementação do princípio da transparência através da redução de macro e microinterdependências, que acabam influenciando no desempenho das equipes de produção. Para os autores, é frequente a presença de mais de uma equipe de produção realizando

atividades em um mesmo ambiente de trabalho, gerando interrupções dos fluxos e aumento da desordem, assim como tornando dificultoso o movimento e o controle dos materiais e equipamentos. O autor também ressalta que para a correta aplicação desta abordagem é necessária a elaboração de um projeto detalhado e especificado de forma adequada e coerente.

O conseqüente aumento nas quantidades de materiais, equipamentos e trabalhadores que se deslocam numa mesma área de trabalho torna a compreensão e o controle das atividades cada vez mais complicado, principalmente devido à poluição visual gerada no ambiente de trabalho. Uma das abordagens, portanto, para diminuir essa situação é a redução da interdependência das unidades de produção, possibilitando fluxos alternativos e descongestionados (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa; SANTOS, 1999, tradução nossa).

Quanto à tipologia do problema, Santos et alli (1998, p. [2]) fazem a seguinte consideração:

Basicamente, existem dois tipos de interdependência: sequencial e recíproca. A interdependência é chamada sequencial quando a entrada de uma operação depende de uma ou mais saídas de operações anteriores. Quando a interdependência ocorre nos dois sentidos (a jusante e a montante), esta é chamada de interdependência recíproca. Nesta última categoria, uma parada em qualquer operação implica a parada de outras operações, a jusante e a montante.

Como alternativa aos problemas decorrentes da sobreposição de atividades, Santos (1999, tradução nossa) aponta para a importância na análise das atividades de fluxo que permeiam as de conversão. A simplificação, agregação e composição de duas ou mais atividades à somente uma equipe é uma alternativa para resolução deste problema, assim como a adoção de células de produção. Nesse contexto, é possível que a obtenção da transparência também dependa de mudanças nos componentes e técnicas construtivas, como, por exemplo, a utilização de elementos pré-fabricados.

Como resultado benéfico à redução das interdependências das unidades de produção como forma de aumentar a transparência dos processos, pode-se citar o melhoramento na interação de tempo e espaço entre as equipes, a partir da maior facilidade de execução das tarefas e a conseqüente diminuição nas interrupções das tarefas, assim como o aumento do nível de segurança e limpeza do canteiro de obras. Tais benefícios associados à essa redução de interdependências têm influência direta no custo e na qualidade do empreendimento (SANTOS et alli, 1998).

4.3 IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS, ORDENS DE PRODUÇÃO E POSIÇÕES ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE CONTROLES VISUAIS

Atividades de melhoria em obra seriam mais facilmente realizadas e trariam maiores benefícios se a percepção dos desperdícios, anormalidades e demais desvios com relação a padrões, ordens de produção e localização dos materiais e equipamentos fossem facilmente percebidos por todos os envolvidos na obra. Neste sentido, quando uma atividade de produção torna-se transparente, todos devem ser capazes de identificar ou evitar eventuais problemas na produção, contribuindo para a melhoria contínua dos processos (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa).

Para Greif (1991, tradução nossa), a compreensão dos diferentes processos produtivos, assim como a tecnologia utilizada e o produto elaborado em cada etapa, pode ser ampliada através da disponibilização de informações na obra. De acordo com Santos (1999, tradução nossa), é fundamental a visualização de padrões de processo em obra, instruindo e ensinando os trabalhadores quanto aos procedimentos e detalhamento das atividades a serem executadas. A adoção dessas práticas visuais deve ser precisa e completa, e, ao mesmo tempo, simples, tendo um significado claro e coerente ao seu contexto, fato particularmente importante aos indicadores visuais, que necessitam de interpretação.

A disponibilização de padrões, assim como a sua apresentação compatível ao nível de aprendizado dos trabalhadores, é fundamental tanto à qualidade final do produto, como à qualidade de execução das atividades, devido à falta de visibilidade de procedimentos e consequente entendimento tardio do que deve ser realizado (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa). Sobre a adoção de controles visuais, Greif (1991, tradução nossa) afirma que além de ser uma importante ferramenta na identificação de instruções para a tomada de decisão, o uso de controles visuais amplia a participação dos trabalhadores no gerenciamento das unidades de produção.

A aplicação de controles visuais tem por objetivo, portanto, tornar os processos mais comunicativos, e podem ser implementados na obra através da utilização, por exemplo, dos seguintes mecanismos (GREIF, 1991, tradução nossa; KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa; SANTOS et alli, 1998):

- a) painéis de controle para operação de equipamentos e ferramentas;
- b) cercas e delimitações para a diferenciação entre caminhos de trabalhadores e de pedestres;
- c) identificação de níveis máximos e mínimos de estoque;
- d) identificação do correto posicionamento e local de armazenagem das ferramentas e materiais;
- e) quadros contendo gráficos de defeitos;
- f) adoção do *kanban*;
- g) especificação e descrição dos procedimentos das atividades.

4.4 TORNAR O PROCESSO DIRETAMENTE OBSERVÁVEL PELO PLANEJAMENTO DE *LAYOUT* E UTILIZAÇÃO DE SINALIZAÇÕES ADEQUADAS

Um processo que pode ser diretamente observável e entendido por qualquer pessoa, envolvida ou não à rotina de construção, é considerado transparente e comunicativo segundo o princípio da transparência da Construção Enxuta. Dessa forma, a necessidade de um bom planejamento do arranjo físico e do *layout* do canteiro é fundamental, assim como a utilização de sinalizações que facilitem o entendimento dos processos, permitindo a sua observação através do maior número de ângulos possíveis na obra (SANTOS, 1999, tradução nossa). Segundo Chiavenato (2005, p. 86), “O arranjo físico se refere ao planejamento do espaço físico a ser ocupado e representa a disposição de máquinas e equipamentos necessários à produção dos produtos/ serviços da empresa.”. Já em relação ao *layout*, o autor define-o como sendo “[...] o gráfico que representa a disposição espacial, a área ocupada e a localização das máquinas e equipamentos ou as seções envolvidas.”.

As peculiaridades do setor da construção civil e as diferenças entre este setor e a manufatura, no que se refere ao nível de transparência dos processos, são um importante fato na decisão das medidas a serem adotadas no canteiro. Algumas dessas características e peculiaridades geram limitações quanto à aplicabilidade desta abordagem, já que muitas barreiras visuais consistem de elementos fixos do produto final, como as paredes, lajes e pilares. Nesse contexto, a utilização de cercas que mantenham o ambiente de trabalho suscetível à observação, ou a utilização de materiais translúcidos, como o vidro, na divisão de ambientes favorecem a visibilidade dos processos (ISATTO et alli, 2000; SANTOS et alli, 1998).

Mesmo considerando-se essas limitações, algumas características intrínsecas do setor favorecem o aumento do nível de transparência dos processos a partir da tipologia dos empreendimentos, que possuem amplos espaços e muitas áreas abertas na maioria dos casos. Sobre o assunto, Santos et alli (1998, p. [3]) afirmam que, “Ao contrário da maioria dos processos da manufatura, na construção civil o produto tem posição fixa e o processo flui ao redor e através dele. Apesar disso, é perfeitamente possível tornar o processo observável.”.

O planejamento de um canteiro de obras refere-se às melhorias implantadas visando obter a melhor utilização do espaço físico disponível. Nesse sentido, além do planejamento e logística das instalações provisórias, instalações de segurança e sistemas de movimentação e armazenamento de materiais, a elaboração de um adequado planejamento de *layout* do canteiro representa um diferencial a quem adota essa prática na construção civil. O estudo de um *layout* coerente e bem distribuído no espaço possibilita melhorias simples, mas de grande impacto, como, por exemplo, em relação à visualização do que acontece nas diferentes áreas de trabalho e o correto entendimento do sequenciamento das atividades (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa; SAURIN; FORMOSO, 2006). Para Isatto et alli (2000), a remoção de obstáculos visuais como, por exemplo, tapumes e divisórias também colabora para o aumento da transparência dos processo e da possibilidade de observá-los diretamente.

A partir da implementação de ações que tornem os processos direta e facilmente observáveis, todos os fluxos físicos da obra tornam-se mais visíveis e, assim, pode-se compreender o fluxo de materiais na sua sequência. Além disso, pode-se perceber mais rapidamente o motivo das falhas relacionadas à ocorrência de perdas, os gargalos de produção e os atrasos a montante e a jusante. Além de todas essas vantagens, como resultado de uma maior visibilidade de todas as áreas de trabalho pode-se citar também o aumento da segurança e da higiene da obra, possibilitando ambientes mais amplos, menos congestionados e poluídos visualmente (SANTOS et alli, 1998; SAURIN; FORMOSO, 2006).

A falta de um planejamento das atividades de fluxo, o afastamento entre funcionários, criando ilhas de materiais espalhados no ambiente de produção e aumentando os transportes, assim como a prática de recebimento de grandes estoques de materiais de construção, são alguns exemplos de atitudes que deixam os processos menos transparentes no canteiro. Essas atitudes não só obstruem a visualização de equipamentos e estações de trabalho, mas também do processo como um todo. A aplicação desta abordagem e do nível de transparência em obra

pode ser realizada através da análise de diversos aspectos. Como exemplo, pode-se relacionar o recebimento de materiais e componentes, desde a sua entrega até o local de armazenagem, a possibilidade de contato visual entre operários de diferentes áreas de trabalho e a observação das etapas a partir do ponto mais favorável visualmente do canteiro (SANTOS, 1999, tradução nossa).

Associadas às modificações de *layout* como forma de se aumentar a visibilidade dos processos, as sinalizações no canteiro também se demonstram eficazes. A implementação de sinalizações no canteiro pode ser utilizada como recurso para tornar os processos e operações diretamente observáveis, facilitando de maneira significativa o rápido entendimento destes (SANTOS et alli, 1998).

4.5 USO DE EQUIPAMENTOS E ILUMINAÇÃO ADEQUADA PARA DAR VISIBILIDADE A PONTOS OCULTOS

A complexidade do processo de produção na construção civil faz com que, em um mesmo canteiro, diversas atividades de características diferentes umas às outras sejam realizadas na mesma área de produção, assim como pode contar com a presença de diversas equipes de trabalho, sejam elas permanentes ou temporárias, próprias ou terceirizadas. Devido à essa heterogeneidade no canteiro, podem surgir pontos ocultos espalhados, que tornam-se visíveis, segundo Koskela et alli (2010, tradução nossa), com a utilização de câmeras de vídeo, rádios e de uma iluminação de qualidade.

Um exemplo da utilização benéfica desse tipo de equipamento é no subsolo e nas áreas de trabalho afastadas do empreendimento, em que o acompanhamento das atividades, do recebimento e estocagem dos materiais, assim como o acompanhamento da operação de equipamentos como o elevador pode ser realizada através de câmeras e rádios. Além de facilitar a comunicação entre funcionários, o rádio é capaz de localizá-los e instruí-los em relação às atividades planejadas, mesmo em um canteiro de obras de grandes dimensões. Quanto à iluminação, a melhor visibilidade proporcionada, além de aumentar a transparência dos processos, resulta em maior segurança, qualidade na execução e no entendimento das tarefas, assim como aumenta o nível de motivação do trabalhador no ambiente de produção (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa; SAURIN; FORMOSO, 2006).

4.6 MANUTENÇÃO, ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DOS POSTOS DE TRABALHO

Com a necessidade constante de melhorias e mudanças nos processos de trabalho da Construção Civil, a boa organização do canteiro, assim como a periódica manutenção e limpeza dos ambientes produtivos surge como um dos pontos fundamentais na obtenção de processos transparentes. Estabelecendo um programa de manutenções básicas para eliminar a desordem, os postos de trabalho no canteiro de obras tornam-se autoexplicativos, seguros, limpos e organizados, permitindo que o trabalhador concentre-se em seu trabalho e sinta-se mais confortável no ambiente, aumentando, portanto, a produtividade dos processos (KOSKELA et alli, 2010; SANTOS et alli, 1998).

Entre os métodos utilizados com o objetivo de manutenção, organização e limpeza dos postos de trabalho, destaca-se como método mais famoso e bem sucedido, de acordo com Santos et alli (1998), o 5S, que, segundo Koskela (1992, tradução nossa), se destacou no Japão a partir da década de 1950. Santos et alli (1998, p. [4]) caracterizam o método:

O termo é bem familiar no ambiente da produção das empresas de classe mundial e refere-se às cinco práticas que fazem parte da rotina diária de uma dona de casa no Japão: *seiri* (descarte); *seiton* (ordem); *seiso* (limpeza); *seiketsu* (asseio); *shitsuke* (disciplina). Algumas empresas já vêm aplicando o programa 5S com relativo sucesso. O contraste dos canteiros de obra dessas empresas com outras é acentuado.

Sobre a implementação do programa 5S, Koskela et alli (2010, tradução nossa) consideram que deve ser implementado por iniciativa da administração e com a colaboração de todos os funcionários. Nesse contexto, as reuniões e treinamentos são fundamentais para o envolvimento, conscientização e disciplina dos funcionários e gerentes quanto à importância da implementação e cumprimento de tais ações, assim como, depois da sua utilização, o controle rígido e a regularidade das atividades devem ser mantidos.

4.7 UTILIZAÇÃO DE MEDIÇÕES PARA AUMENTAR A VISIBILIDADE DE ALGUNS ATRIBUTOS DO PROCESSO

Uma das práticas que aumenta consideravelmente o nível de transparência é através da utilização de medições em obra, que possam traduzir os níveis de desempenho das atividades

de produção e de outros aspectos relevantes à execução do empreendimento. Sobre a importância das medições, Santos et alli (1998, p. [4]) fazem a seguinte afirmação:

A prática de medir as variáveis do processo produtivo é fundamental à detecção precisa de problemas assim que eles ocorrem ou, até mesmo, na detecção de situações críticas antes que ocorram. Os indicadores podem servir tanto para o controle de variáveis de saída como para o autocontrole e o automelhoramento dos fluxos da atividade produtiva.

A utilização de medidores de desempenho para os diversos processos da construção constitui numa importante ferramenta no auxílio à alta gerência na definição de estratégias, na tomada de decisão e no desenvolvimento de políticas internas, assim como aumentam o engajamento e a percepção dos trabalhadores quanto às atividades que eles realizam. As medições de desempenho devem ter como foco as atividades causadoras de problemas, e para isso devem ser identificados os gargalos de produção e as atividades prioritárias, de acordo com o planejamento e o controle elaborado (OLIVEIRA et alli, 1995).

Para Koskela (1992, tradução nossa), as medições auxiliam no processo de melhoramento contínuo através da visualização dos ganhos potenciais de melhorias e do monitoramento do progresso das atividades. Além dos indicadores de desempenho, para Oliveira et alli (1995), os indicadores de controle também apresentam benefícios ao gerenciamento dos processos, já que auxiliam na priorização de ações e na criação de parâmetros comparativos, além de fornecer subsídios para análise de melhorias no projeto e na produção. Quando à correta utilização das medições, Santos et alli (1998, p. [4]) fazem as seguintes recomendações:

Para que as medidas do processo sejam efetivamente utilizadas, devem possuir um nível adequado de acurácia e ser apresentadas de maneira a permitir seu fácil entendimento. Níveis excessivos de complexidade da informação devem ser evitados. Assim, as pessoas que utilizam e coletam estas informações devem ser preparadas para que a análise e as ações resultantes reflitam o real significado dos dados coletados.

4.8 AUMENTAR O FLUXO DE INFORMAÇÕES NA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Iniciativas relacionadas ao nível de informações transferidas no decorrer dos processos construtivos são fundamentais na adoção do princípio da transparência, pelo simples motivo que é através da comunicação que tais ações podem ser implementadas de forma adequada e as atividades executadas de forma correta. Além destes benefícios básicos, a comunicação

interna entre os envolvidos no processo possibilita potencializar a força humana da equipe (CHIAVENATO, 2002).

Ainda que muitas empresas ainda não tenham se dado conta da importância de um bom nível de comunicação no ambiente produtivo para a qualidade do produto final, a sobrevivência e o desenvolvimento da empresa, tais iniciativas são simples de serem aplicadas. Como suporte à esta abordagem, as reuniões periódicas incentivam o debate de ideias e aumentam o nível de comunicação entre funcionários, integrando e envolvendo-os no processo de planejamento e controle da produção (CHIAVENATO, 2002; KOSKELA, 1992, tradução nossa). A utilização de rádios, pontos estratégicos com caixas de som ou mesmo tubofones (equipamento artesanal para comunicação vertical) na obra tem a capacidade de aumentar a agilidade e diminuir as perdas do processo, da mesma forma que aumenta a sinergia dos trabalhadores.

4.9 UTILIZAÇÃO DE RECURSOS VISUAIS DE CRIAÇÃO DE VALOR

A utilização de recursos visuais de criação de valor não só contribui para um aumento significativo no nível de transparência gerada nos processos, como também é uma ferramenta de fundamental importância e de resultados relevantes no que se refere ao *marketing* da empresa. A adoção destes recursos reforça a ideia fundamentada na filosofia da Construção Enxuta referente à necessidade de consideração dos requisitos do cliente, assim como auxilia na compreensão e identificação das características e dimensões tanto do empreendimento quanto da empresa, fazendo com que o empreendimento torne-se uma verdadeira vitrine para corretores e clientes (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa).

Uma vez que a imagem que o cliente tem da empresa, principalmente na sua primeira análise visual do tapume e das placas, é diretamente relacionada com a qualidade do empreendimento, a utilização de tapumes informativos como geradores de imagem positiva da empresa, apartamentos decorados e centrais de venda na própria obra, com maquetes do projeto concluído, são mecanismos de criação de valor da empresa junto ao cliente (KOSKELA et alli, 2010, tradução nossa). Ainda que tragam benefícios de impacto considerável junto aos clientes, se forem corretamente implementados, Santos et alli (1998, p. [4]) recomendam que "[...] deve-se evitar a utilização de slogans, pôsteres e exortações sem o

adequado e efetivo suporte organizacional. Se esse suporte não está presente, toda a atividade de aumento da transparência do processo pode obter reações negativas.”.

4.10 INICIATIVAS DE VISIBILIDADE RELACIONADAS AO PROJETO

Os níveis de detalhamento, especificações, prazos, procedimento, elementos construtivos e outras variáveis da fase de projeto, são fundamentais à correta execução das atividades, e servem de pilar a todo cronograma da obra. Através do correto entendimento por todos do que fazer, quando fazer e onde as atividades devem ser realizadas, o processo como um todo torna-se transparente e comunicativo.

Outro aspecto que se refere à esta abordagem é a necessidade de consideração das necessidades do cliente na fase de projeto. A forma e as dimensões do empreendimento, assim como a consideração do posicionamento solar sobre um edifício, comercial ou residencial, a ser construído na elaboração do seu projeto, por exemplo, é um caso prático deste princípio. Considerando a disposição do edifício no terreno e o posicionamento solar, pode-se ter uma ideia da correta localização de ambientes que necessitam de maiores incidências solares durante o dia, como salas de estar e dormitórios. Além de adequar o projeto do apartamento em relação às necessidades do cliente, a análise do posicionamento solar na etapa de projeto possibilita a utilização de sistemas de ventilação e iluminação natural, como aberturas em fachadas e a utilização de claraboias e áreas envidraçadas, que, além de serem projetos sustentáveis, aumentam significativamente o nível de visualização dos diferentes ambientes tanto na fase de execução como quando concluído, já que substitui elementos considerados barreiras visuais em ambas etapas.

A necessidade estratégica da elaboração de um bom projeto, e a necessidade de estruturação adequada ao contexto atual, também influi em aspectos relacionados à produtividade dos trabalhadores, já que, não sendo especificados os prazos, os procedimentos executivos adequados e estando baixo o nível de detalhamento do projeto, diminui de forma substancial a agilidade de execução das tarefas. Como consequência, surgem os atrasos, as interrupções, as interdependências de unidades de produção e a desorganização do processo global, influenciando diretamente no nível de transparência e na capacidade de visualização das etapas de produção.

4.11 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

A necessidade de modernização da construção civil, assim como o aquecimento da economia, faz com que aumente cada vez mais o processo de inovações tecnológicas no setor, mesmo que de forma atrasada quando comparado à outros setores industriais. As mudanças ocorridas devido a esta abordagem têm repercussão significativa, inclusive, na qualificação e na quantidade da mão de obra necessária, a partir da tendência de foco dos gerentes de obra por alternativas rápidas e práticas (VENDRAMETTO et alli, 2004).

Sobre as mudanças mais representativas no setor da construção civil a partir da implementação de inovações tecnológicas, Vendrametto et alli (2004, p. 1) afirmam o seguinte:

Há a expectativa que na construção civil se repita o fenômeno verificado nos setores de autopeças, eletromecânico entre outros, em que a inserção de máquinas inteligentes, controladas por computadores, novos métodos de gestão e organização do trabalho venham a substituir trabalhadores em larga escala. E neste caso, com agravantes em função do número de trabalhadores ocupados ser sensivelmente maior e de qualificação inferior, que dificulta a migração para outros setores de atividade.

Além das mudanças citadas, a necessidade de reduzir a mão de obra, principalmente em função da desqualificação e da escassez de trabalhadores, gerando aumento dos salários, a implementação de inovações no contexto da construção civil busca substituir materiais através da utilização, por exemplo, de materiais pré-fabricados e de elementos montados em obra, mudando o gênesis da obra de construção para montagem. Entre os materiais montados em obra que fazem parte desta abordagem, pode-se citar, por exemplo, as paredes, revestimentos, janelas, portas e instalações (VENDRAMETTO et alli, 2004).

Nesse contexto, outra aplicação que representaria ganhos de produtividade seria a utilização de concreto autoadensável em substituição ao concreto convencional. Tal aplicação resultaria na diminuição da mão de obra necessária às atividades de concretagem, devido à eliminação da necessidade de espalhamento, vibração e alisamento das superfícies horizontais. Esses benefícios trariam impacto significativo não só no nível de produtividade e redução dos custos da obra, mas também no que se refere ao princípio do aumento da transparência, já que reduz consideravelmente a quantidade de trabalhadores na atividade, aumentando, assim, visibilidade do processo e o nível de organização e limpeza do ambiente de trabalho.

Como consequência desta inserção de novas tecnologias em obra, além dos benefícios já citados, também surgem vantagens relacionadas à diminuição do tempo de ciclo, princípio fundamental da Construção Enxuta, à redução da quantidade de atividades, tanto de fluxo como de conversão, à redução de entulhos e à qualidade final do produto (VENDRAMETTO et alli, 2004).

4.12 PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O planejamento e o controle da produção é uma das técnicas e ferramentas através das quais os princípios da Construção Enxuta, entre eles a transparência, podem ser introduzidas no contexto e na rotina das construtoras (KOSKELA, 1992, tradução nossa). Conforme Chiavenato (2005, p. 99), “O planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais são os objetivos que deverão ser atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível.”.

Os fundamentos teóricos do processo de planejamento e controle, ao contrário de muitos programas de melhoria, têm sua base fundamentada justamente no aprendizado, a partir de iniciativas realizadas utilizando dados e indicadores coletados durante o processo anterior. Através destas iniciativas, tenta-se entender os reais motivos de problemas ocorridos, não só para solucioná-los, mas também evitando a possibilidade de que aconteçam novamente, mantendo, assim, uma postura pró-ativa frente aos problemas (BERNARDES, 2003).

Quanto à relação do princípio da transparência com esta abordagem, Bernardes (2003, p. 29) faz a seguinte afirmação:

Esse princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que se disponibilizam informações de acordo com a necessidade de seus usuários no ambiente produtivo. Uma forma de se aumentar a transparência do processo de planejamento e controle da produção é com a utilização de plantas ou esboços durante a discussão de metas, de maneira a facilitar a compreensão por parte das equipes de produção. Nesse caso, a discussão pode ser interpretada, inclusive, como um meio potencial para a troca de ideias sobre possíveis melhorias relacionadas aos processos que estão sendo executados ou os que ainda serão executados.

5 OBRAS ESTUDADAS

O estudo de campo realizado neste trabalho foi desenvolvido a partir da visita de duas obras, administradas por diferentes empresas de construção civil, localizadas em Porto Alegre e São Leopoldo, no estado do Rio Grande do Sul. Para seleção das duas obras estudadas, foi feita uma análise em um conjunto de diversas obras analisadas pelos alunos da disciplina de Estágio Supervisionado em Obra I, da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2011, para escolher aquelas que melhor utilizassem o princípio do aumento da transparência em seus canteiros. Dessa forma, as obras selecionadas possibilitaram um estudo mais consistente e coerente aos objetivos deste trabalho.

5.1 OBRA A

5.1.1 Empresa A

Fundada em 1976, no estado da Bahia, a empresa estudada conta com mais de 55.000 colaboradores, e atua em três segmentos da Engenharia: construção civil pesada (construtora), mercado imobiliário (empreendimentos) e uma área responsável por investimentos em infraestrutura e concessões de serviços públicos e privados (investimentos). Atualmente, a construtora está presente em quinze países, nas Américas do Sul e Central, no Caribe e no continente africano, refletindo, portando, a sua forte política de expansão a partir da abertura dos mercados internacionais.

A empresa tem em seu portfólio mais de 2.000 obras realizadas, incluindo estádios, aeroportos, estradas, ferrovias, portos, dutos, hotéis, condomínios residenciais e comerciais. São projetos arrojados, tais como o Estádio Olímpico João Havelange, no Rio de Janeiro, a Linha 4 do metrô de São Paulo, o Aeroporto Zumbi dos Palmares, em Maceió, e a ponte estaiada Octavio Frias de Oliveira, em São Paulo, cujo projeto foi o primeiro do tipo no mundo. Já o seu segmento no mercado imobiliário foi responsável pela entrega de mais de

42.000 unidades residenciais, que vão de condomínios de alto luxo a empreendimentos econômicos.

A empresa também possui participação acionária na Invepar, uma das maiores empresas de concessão do Brasil, que opera, entre outras, a Concessionária Litoral Norte, na Bahia, primeira concessão rodoviária do norte e nordeste, e o Metrô do Rio, única concessão privada de metrô do País. O grupo conta, ainda, com participação no Estaleiro da Bahia S.A, que terá como foco de atuação a construção de sondas de perfuração, plataformas de produção, navios de apoio e petroleiros.

5.1.2 Empreendimento A

O empreendimento estudado constitui-se em um estádio com capacidade para mais de 60.000 lugares, destinado à prática do futebol, além de espetáculos e grandes eventos. Integrado a um complexo multiuso, o empreendimento também conta com um centro de convenções de mais de 20.000 m², um hotel com 240 apartamentos, um *shopping Center*, um centro empresarial, uma área residencial e 5.300 vagas de estacionamento. O complexo da arena está localizado no bairro Humaitá, em localização privilegiada na zona norte de Porto Alegre, próximo ao aeroporto e ao Trensurb, e caracteriza-se por ser uma das maiores obras realizadas na cidade nos últimos anos.

A construção iniciou em 20 de setembro de 2010, e tem como previsão de término dezembro de 2012. Com cerca de 30.000 m² de área comercial disponível, o projeto para a arena futebolística prevê quatro lances de arquibancadas e uma distância de dez metros do gramado ao primeiro lance das arquibancadas inferiores, assim como total cobertura para os 60.000 assentos no estádio.

A obra conta com cerca de 1.800 operários diretos, além dos trabalhadores das diversas áreas terceirizadas, e dezesseis engenheiros trabalhando diariamente na construção do complexo, que tem aproximadamente 110.000 m² de área total construída. A estrutura organizacional da empresa no canteiro de obra conta os seguintes setores: Administração, Produção, Planejamento, Instalações, Segurança, Meio Ambiente, Qualidade e Suprimentos.

O complexo obteve o certificado LEED, selo que reconhece empreendimentos capazes de gerar menor impacto ao meio ambiente, ao firmar contrato com a *Green Building Council* Brasil. Esta uma organização não governamental, que surgiu em 2007, auxilia no desenvolvimento da indústria da construção sustentável no País, utilizando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas sustentáveis em um processo integrado de concepção, construção, operação de edificações e espaços construídos. Para conquistar o selo, foram priorizados aspectos como: a localização, o incentivo ao transporte público, a redução de esgoto e de carga térmica da construção, a economia de água potável e a redução de pelo menos um décimo do consumo de energia anual.

Outro diferencial do empreendimento encontra-se na acessibilidade. A inclusão social dos portadores de necessidades especiais está assegurada no local, através da construção de espaços especiais para assistir aos jogos e sanitários apropriados a este público. O topo da arquibancada superior, por exemplo, reserva 60 lugares para pessoas com cadeiras de rodas e respectivos acompanhantes sem obstáculos físicos. Além disso, serão disponibilizados mais de 44 lugares para obesos e 66 lugares para pessoas com mobilidade reduzida. Ao total, 270 lugares estarão reservados em todas as dependências do novo estádio, cujos quesitos foram dimensionados e quantificados pela legislação mais ampla e completa em âmbito nacional.

5.2 OBRA B

5.2.1 Empresa B

Fundada em 1988, a empresa B estudada está direcionada a atuar no setor da construção civil em obras de pequeno, médio e grande porte. Seu portfólio de obras, que somam mais de 350.000 m², compreende desde incorporações (obras residenciais e comerciais) até obras industriais (hipermercados, supermercados, obras públicas e de infraestrutura).

Com parcerias firmadas em todo o País, a empresa realiza diversas obras, simultaneamente, em diferentes regiões. No início da década de 1990, a empresa estreou na execução de obras públicas, construindo e reformando diversas escolas. Composta por engenheiros, arquitetos e profissionais da área técnica, a empresa apresenta como uma de suas credenciais de

confiabilidade a sua participação pioneira no comitê da qualidade do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul.

5.2.2 Empreendimento B

O empreendimento B estudado corresponde à construção de uma nova filial de uma rede de lojas de materiais de construção, decoração, jardinagem e bricolagem. Localizada em São Leopoldo, na Grande Porto Alegre, a construção iniciou em 02 de janeiro de 2012, e tem como previsão de término junho do mesmo ano.

Com cerca de 24.000 m² de área construída, incluindo estacionamento coberto, loja e setor de estoque e logística, o empreendimento também trará significativos benefícios aos moradores da região do Vale dos Sinos, a partir dos 250 empregos diretos gerados. Como diferencial de qualidade, a loja contará com o Selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental), uma certificação brasileira para construções sustentáveis que gera diversas vantagens para o empreendedor e para a sociedade em geral. As vantagens ambientais vão desde a redução de resíduos, poluição e consumo, até a geração de ambientes mais saudáveis e mais integrados com a natureza.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE UTILIZAÇÃO DO PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA

Para a identificação do nível de utilização do princípio da transparência na rotina das empresas nas obras estudadas, foram realizadas entrevistas com os engenheiros responsáveis por cada empreendimento, a partir da elaboração de um questionário padrão relacionando diversas abordagens práticas do princípio. Estas entrevistas, conforme os quadros 2 e 3, apresentavam uma pontuação que variava de zero, significando não ou nenhum, a três, muito. A seguir é apresentada uma análise individual de cada empresa sobre o nível de utilização de tais abordagens na rotina das mesmas.

Quadro 2 – Entrevista realizada com engenheiro da empresa A

Nível de utilização do princípio da transparência	0	1	2	3
A empresa tem conhecimento e/ou aplica os princípios da Construção Enxuta?	x			
A empresa possui um departamento de RH eficiente, alcançando objetivos pré-determinados para o setor?		x		
São realizados treinamentos para os funcionários na empresa?				x
Qual o nível de participação dos funcionários na tomada de decisões?		x		
Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?			x	
A empresa utiliza materiais pré-fabricados?				x
São feitas reuniões periódicas para o debate de ideias e decisão das atividades a serem realizadas?				x
Existe algum sistema de manutenção, organização e limpeza dos postos de trabalho?			x	
Existe um planejamento e elaboração de projeto do <i>layout</i> da obra?			x	
As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?		x		
A empresa utiliza equipamentos inovadores e modernos nos processos?				x
A empresa realiza o <i>marketing</i> , em relação às estratégias de publicidade e propaganda, de forma eficiente e produtiva?			x	
As políticas de conduta de princípios e valores da empresa são divulgadas entre todos os funcionários?			x	
Os canteiros de obra possuem vias de acesso interno limpas, largas e desimpedidas para circulação dos trabalhadores e equipamentos?				x
Existem sistemas de comunicação eficientes na obra?				x
A obra disponibiliza indicadores de desempenho pelo canteiro?	x			
Você acredita que a obra é segura e bem sinalizada?			x	

(fonte: elaborado pelo autor)

Assim como nas observações realizadas no canteiro, a entrevista realizada com um dos engenheiros da obra A evidenciou os seguintes pontos fracos em relação à aplicação das abordagens do princípio: a falta de divulgação de indicadores de desempenho pelo canteiro e o pouco conhecimento dos princípios da Construção Enxuta e suas abordagens práticas. Entre os principais aspectos positivos identificados, destacam-se os diversos treinamentos realizados, as vias de acesso limpas e desobstruídas e a quantidade de equipamentos de alta tecnologia utilizados para diversas atividades no canteiro. Como resultado geral da pesquisa, num total de 51 pontos possíveis, a empresa A obteve, segundo o entrevistado, 33 pontos.

Quadro 3 - Entrevista realizada com engenheiro da empresa B

Nível de utilização do princípio da transparência	0	1	2	3
A empresa tem conhecimento e/ou aplica os princípios da Construção Enxuta?		x		
A empresa possui um departamento de RH eficiente, alcançando objetivos pré-determinados para o setor?				x
São realizados treinamentos para os funcionários na empresa?				x
Qual o nível de participação dos funcionários na tomada de decisões?		x		
Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?		x		
A empresa utiliza materiais pré-fabricados?				x
São feitas reuniões periódicas para o debate de ideias e decisão das atividades a serem realizadas?				x
Existe algum sistema de manutenção, organização e limpeza dos postos de trabalho?		x		
Existe um planejamento e elaboração de projeto do <i>layout</i> da obra?				x
As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?		x		
A empresa utiliza equipamentos inovadores e modernos nos processos?			x	
A empresa realiza o <i>marketing</i> , em relação às estratégias de publicidade e propaganda, de forma eficiente e produtiva?		x		
As políticas de conduta de princípios e valores da empresa são divulgadas entre todos os funcionários?			x	
Os canteiros de obra possuem vias de acesso interno limpas, largas e desimpedidas para circulação dos trabalhadores e equipamentos?		x		
Existem sistemas de comunicação eficientes na obra?				x
A obra disponibiliza indicadores de desempenho pelo canteiro?	x			
Você acredita que a obra é segura e bem sinalizada?			x	

(fonte: elaborado pelo autor)

Assim como na entrevista realizada em relação ao canteiro A, destacou-se na como principal ponto fraco do canteiro B a falta de indicadores de desempenho pela obra, sob ponto de vista do entrevistado. Já em relação aos pontos positivos identificados no questionário, pode-se citar a frequência das reuniões para o debate de ideias e decisões a serem tomadas em relação à sequência das atividades, bem como o projeto bem elaborado do *layout* do canteiro de obra. Num total de 51 pontos possíveis, a empresa B obteve, segundo o entrevistado, 31 pontos.

5.4 APLICAÇÕES DO PRINCÍPIO DA TRANSPARÊNCIA NOS CANTEIROS ESTUDADOS

Para identificação de como são aplicadas na prática as ações gerenciais que fazem parte do princípio da transparência, foram realizadas diversas análises visuais e registros fotográficos nos canteiros A e B, conforme as abordagens práticas descritas na sequência. A seguir são apresentados os benefícios verificados em campo, a partir das relações entre o embasamento teórico obtido e a identificação das mudanças mais significativas proporcionadas pela adoção de tais abordagens.

5.4.1 Manter a limpeza e a ordem no local de trabalho

A abordagem da manutenção da ordem nos locais de trabalho refere-se a todas as práticas que possam contribuir para manter um ambiente de trabalho limpo e organizado de forma contínua. A importância da aplicação desta abordagem no âmbito produtivo surge principalmente devido à constante necessidade de melhorias e mudanças nos processos construtivos num mesmo ambiente de trabalho.

Em relação à esta abordagem, a obra A estudada apresentou um programa de manutenções básicas e periódicas para os diferentes ambientes produtivos no canteiro de obra, sendo variável dependendo do nível de atividades realizadas no local e da necessidade de melhores condições em termos de segurança e organização. A organização e utilização dos materiais foram baseadas no *layout*, e, assim, projetadas e divulgadas para cada área do canteiro.

Já a obra B analisada apresentou diversos problemas quanto à limpeza e organização do seu canteiro, conforme mostram as figuras 6 a 8, assim como não foi identificado nenhum programa de manutenções básicas para estabelecimento da ordem nos diferentes ambientes. Além disso, no local de produção de argamassa, onde estavam localizadas as betoneiras, observou-se, além da falta de limpeza, a presença de diversos pontos de umidade, como mostra a figura 9, comprometendo o bem estar e, principalmente, a segurança dos operadores quanto ao risco de choque elétrico.

Figura 6 – Entulho de materiais utilizados encobertos por lona plástica, no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 7 – Madeiras já utilizadas depositadas em meio ao ambiente de trabalho na obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 8 – Estoque das armaduras de forma desorganizada no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 9 – Betoneiras em ambiente com excessiva umidade na obra B



(fonte: foto do autor)

A desordem e a sujeira nos ambientes de trabalho, como consequência de um plano falho de manutenção, organização e limpeza, afetam diretamente a qualidade final do produto, influenciam negativamente na questão motivacional dos trabalhadores e podem levar a situações indesejáveis de ergonomia e segurança. Na obra A, apesar de apresentar um bom plano de manutenção e limpeza no canteiro, puderam ser observados algumas ilhas de entulhos próximos aos locais de trabalho, como pode ser evidenciado pela a figura 10.

Figura 10 – Ambiente sujo e desorganizado no espaço interno ao canteiro A



(fonte: foto do autor)

Observou-se, entretanto, na maioria dos ambientes e postos de trabalho, a preocupação da empresa A quanto às melhorias organizacionais de limpeza e de condições de trabalho dos funcionários no canteiro, como mostram as figuras 11 a 14. Outro bom exemplo, em relação à boa organização do canteiro, refere-se à implementação de políticas sustentáveis no canteiro, que, além dos benefícios ambientais proporcionados, ajudam a criar um ambiente de trabalho visualmente atrativo e mais transparente.

Figura 11 – Ambiente externo ao canteiro A organizado e bem distribuído fisicamente



(fonte: foto do autor)

Figura 12 – Ambiente interno limpo e sem obstáculos visuais no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 13 – Realização de atividades periódicas de limpeza e manutenção na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 14 – Indicação visual quanto à importância da ordem e da limpeza, na obra A



(fonte: foto do autor)

Conforme observado na obra A, como na figura 15, a implementação de práticas sustentáveis implicam em medidas de forte impacto quanto à redução de entulhos, e consequente diminuição da poluição visual no canteiro, além de colaborar com o meio ambiente por separar, armazenar e destinar os resíduos para locais que reciclem ou reutilizem o material.

Em contrapartida, no canteiro da obra B, foram observadas diversas ilhas de materiais utilizados, como madeira, blocos e resíduos de construção, em locais improvisados, com uma quantidade insuficiente de contêineres coletores e sem o devido isolamento, como mostram as figuras 16 a 19.

Figura 15 – Estoque de madeira usada destinada à reciclagem no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 16 – Ambiente externo desorganizado e com quantidade insuficiente de contêineres coletores no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 17 – Deposição de materiais utilizados sem isolamento no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 18 – Ilhas de blocos e restos de construção sem isolamento no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 19 – Entulhos de madeira utilizada em meio à circulação de pedestres na obra B



(fonte: foto do autor)

Vale ressaltar que, apesar de os ambientes, na obra A, cujas atividades ainda estavam sendo realizadas estarem sempre limpos e bem organizados, os locais onde as atividades propostas já haviam sido finalizadas e, portanto, liberadas para a operação seguinte, encontravam-se na sua maioria sujos, mal iluminados e com diversos pontos de vazamento, como mostram as figuras 20 e 21.

Figura 20 – Local de trabalho sujo e mal iluminado na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 21 – Ponto de vazamento em ambiente produtivo interno na obra A



(fonte: foto do autor)

Os diversos benefícios gerados por esta abordagem são, portanto, de considerável impacto positivo no processo de produção, apresentando como maior dificuldade o entendimento por parte de todos funcionários e colaboradores da necessidade de incorporação de uma rotina de

manutenção. Além disso, a implementação de um sistema periódico de limpeza e manutenção nos diferentes ambientes de trabalho no canteiro passa a ser o primeiro passo para a aplicação de outros princípios enxutos. Dessa forma, os locais de trabalho tornam-se, acima de tudo, mais seguros, organizados e visuais, aumentando a utilização eficiente do canteiro por meio da padronização e das manutenções de rotina.

5.4.2 Tornar o processo diretamente observável

A importância da abordagem referente à obtenção de processos visuais e diretamente observáveis está associada fundamentalmente à compreensão do fluxo de materiais na sua sequência. Isso acontece a partir da maior facilidade de observação e entendimento dos diferentes processos construtivos por qualquer pessoa que esteja no canteiro de obra, envolvida ou não à rotina de construção. Dessa forma, um bom planejamento do espaço físico a ser ocupado, assim como a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes, acabam influenciando diretamente na correta aplicação deste tópico.

Mesmo que na construção civil o produto tenha posição fixa e o processo flua através dele, fazendo com que aumente o número de barreiras visuais fixas nos locais de trabalho, é perfeitamente possível tornar o processo observável através da utilização de materiais translúcidos na divisão de ambientes. A obra A estudada apresentou ótimo resultado quanto à aplicação deste quesito no canteiro, aumentando consideravelmente o nível de transparência dos processos através da utilização de dispositivos como cercas plastificadas e metálicas que mantinham os diferentes ambientes de produção suscetíveis à observação, como mostram as figuras 22 e 23.

Figura 22 – Cerca metálica delimitando o ambiente interno e externo da construção A



(fonte: foto do autor)

Figura 23 – Divisória plastificada diferenciando áreas de produção da obra A



(fonte: foto do autor)

Nesse contexto, a obra B também apresentou de forma consistente a utilização de cercas e materiais que permitam a plena observação das atividades realizadas nos diferentes ambientes produtivos, como mostram as figuras 24 e 25.

Figura 24 – Cerca plastificada vazada, permitindo total visualização dos ambientes e das atividades na obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 25 – Divisória plastificada delimitando ambiente interno e externo de produção da obra B



(fonte: foto do autor)

Outra boa prática observada tanto na obra A quanto na obra B em relação à utilização destas cercas refere-se ao isolamento de áreas para execução de atividades específicas, de acesso restrito, que, mesmo isolando o local, permitem a direta observação do andamento dessas atividades, como mostram as figuras 26 e 27, respectivamente.

Figura 26 – Cerca plastificada vazada, permitindo total visualização dos ambientes e das atividades na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 27 – Divisória plastificada isolando ambiente de produção na obra B



(fonte: foto do autor)

Além de todas as vantagens já citadas, como resultado de uma maior visibilidade de todas as áreas de trabalho, pode-se citar também o aumento do nível de entendimento de todos envolvidos no processo quanto às atividades que estão sendo realizadas simultaneamente. Essa maior compreensão também acaba influenciando positivamente em relação à maior facilidade na identificação de desvios no processo. Outro benefício desta abordagem diz respeito ao aumento da segurança e da higiene da obra, possibilitando ambientes mais amplos, menos congestionados e poluídos visualmente, como pôde ser observado nos diferentes ambientes das obras A e B analisadas, conforme ilustram as figuras 28 e 29, respectivamente.

Figura 28 – Áreas produtivas amplas, descongestionadas e visuais na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 29 – Ambiente de produção visual e descongestionado na obra B



(fonte: foto do autor)

5.4.3 Padronização de elementos e procedimentos no canteiro

A padronização destaca-se como uma das mais importantes e mais eficientes estratégias gerenciais, principalmente pelos seus benefícios gerados, facilitando as atividades de planejamento, controle e execução. Na indústria da construção civil, na qual são desenvolvidas uma série de atividades de caráter repetitivo, sequencial e interdependentes, o papel da padronização ganha ainda mais espaço como elemento redutor das improvisações, regulando as relações de interdependência entre serviços, otimizando as atividades desenvolvidas e, conseqüentemente reduzindo os desperdícios.

O canteiro de obra A estudado apresentou algumas características importantes quanto ao nível de aplicação desta abordagem, como, por exemplo, a utilização de cercas delimitadoras para a diferenciação entre caminhos de pedestres e máquinas, como mostram as figuras 30 a 33. Outro impacto positivo referente a esse tipo de padronização diz respeito à desobstrução das vias de circulação, passagens e escadarias.

Figura 30 – Delimitação de caminhos de máquinas e pedestres no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 31 – Padronização do caminho de pedestres no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 32 – Imagem aérea do *layout* externo do canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 33 – Delimitação lateral da escadaria provisória na obra A



(fonte: foto do autor)

Nesse contexto, mesmo que em menor escala, o canteiro da obra B também apresentou características de padronização quanto à delimitação de caminhos e escadas, como mostram as figuras 34 e 35.

Figura 34 – Cercas plásticas especificando o caminho de pedestres no canteiro B



(fonte: foto do autor)

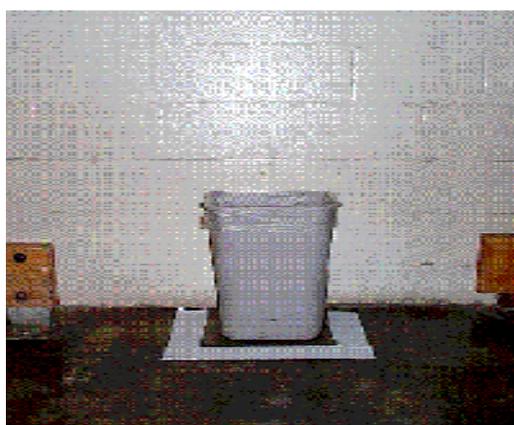
Figura 35 – Cerca delimitando e protegendo o espaço das escadarias provisórias na obra B



(fonte: foto do autor)

Outra prática de padronização observada em ambos os canteiros estudados, e de implementação extremamente simples, diz respeito à utilização de controles visuais para orientar o correto posicionamento de materiais, ferramentas e objetos, como ilustra a figura 36. Orientando quanto à correta localização para a lixeira, por exemplo, tais marcações também ajudam a organizar e otimizar o espaço físico disponível do ambiente de trabalho.

Figura 36 – Especificação do correto posicionamento da lixeira no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Também é fundamental para a padronização de elementos no canteiro, a presença de um bom almoxarifado, como observado na obra A analisada, conforme ilustra a figura 37. O local apresentou boa limpeza, organização e correta identificação dos setores e materiais, quanto ao tipo, tamanho e finalidade, de modo a não prejudicar a circulação, o acesso e manuseio dos

diversos materiais e equipamentos de combate ao incêndio. O posicionamento do almoxarifado no canteiro A, como mostra a figura 38, se mostrou coerente com suas necessidades, localizado entre o recebimento dos materiais e a construção do estádio, facilitando, assim, a recepção e distribuição destes aos devidos fins. Também foi observado no local o correto armazenamento de materiais tóxicos, corrosivos, inflamáveis e explosivos, separados por compatibilidade química e em local bem sinalizado.

Figura 37 – Interior do almoxarifado da obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 38 – Localização do almoxarifado da obra A e, ao fundo, a construção do estádio



(fonte: foto do autor)

Nesse aspecto, o canteiro B analisado apresentou um almoxarifado incompatível com as dimensões da construção, representado pela figura 39. O local não apresentou funcionários exclusivos para a administração dos materiais ali armazenados, bem como se encontrava desorganizado e com dimensões e estrutura insuficientes para uma construção de tal porte.

Figura 39 – Porta de entrada do almoxarifado da obra B



(fonte: foto do autor)

Já a localização dos estoques e armazenagem dos diferentes materiais e elementos construtivos no canteiro A mostrou-se coerente de acordo com suas finalidades, local de uso, tipologia e tamanhos. O armazenamento dos agregados no canteiro A, como ilustra a figura 40, foi feito através da construção de baias de paredes rebocadas de dimensão horizontal superior à largura da caçamba do caminhão transportador, permitindo, assim, um descarregamento facilitado dos materiais. Alguns fatos negativos, entretanto, também foram observados nas baias, tais como a falta de uma cobertura que protegesse os agregados de intempéries ou contaminações, e a falta de um piso ou um estrado sob os materiais para evitar a ascensão da umidade.

Na obra B, os agregados foram armazenados em pequenos espaços delimitados por compensados de madeira, conforme mostra a figura 41, localizados próximo à produção de concreto e argamassa, diminuindo, assim as distâncias de transporte e, conseqüentemente, as perdas no processo. Assim como observado na obra A, o local não apresentava cobertura e piso adequado para o correto armazenamento dos materiais.

Figura 40 – Baias de armazenamento dos agregados na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 41 – Depósito de areia e brita na obra B



(fonte: foto do autor)

Já em relação aos elementos construtivos, enquanto o armazenamento das vigas e lajes pré-moldadas da obra A era na parte interna da construção do estádio, como mostra a figura 42, facilitando a sua montagem, as arquibancadas pré-fabricadas eram estocadas na parte externa da construção, próximas à sua fabricação no canteiro, conforme a figura 43.

Figura 42 – Armazenamento de elementos construtivos pré-moldados em local centralizado à construção A



(fonte: foto do autor)

Figura 43 – Estoque das arquibancadas pré-fabricadas localizadas na parte externa à construção A



(fonte: foto do autor)

Outro exemplo da padronização de procedimentos observado nos canteiros A e B pôde ser evidenciado pela disposição de diversas lixeiras para coleta seletiva, conforme ilustram as figuras 44 e 45, cujas diferentes cores visam padronizar e facilitar a coleta destes resíduos não só para a reciclagem, mas também para o adequado descarte de material contaminado. As cores e suas respectivas finalidades de coleta foram definidas de acordo com a seguinte distribuição (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001):

- a) azul: papel e papelão;
- b) vermelho: plástico;
- c) verde: vidro;
- d) amarelo: metal;
- e) preto: madeira;
- f) laranja: resíduos perigosos;
- g) branco: resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde;
- h) roxo: resíduos radioativos;
- i) marrom: resíduos orgânicos.

Figura 44 – Padronização das lixeiras para coleta seletiva na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 45 – Lixeiras padronizadas na obra B



(fonte: foto do autor)

Quanto ao armazenamento de materiais e elementos construtivos, a obra B disponibilizou um terreno em local separado ao canteiro, possibilitando, assim, uma melhor organização e padronização nos estoques, como mostram as figuras 46 e 47. Já em relação ao armazenamento no interior do canteiro de obra, observou-se considerável redução da visibilidade, devido a diversos elementos e materiais estocados de forma provisória e sem qualquer planejamento ou padrão, congestionando e poluindo visualmente os ambientes, como evidenciam as figuras 48 e 49.

Nesse contexto, as empresas devem enxergar a padronização como uma ferramenta que trará benefícios de custo, prazos, satisfação dos clientes e, principalmente, qualidade nos serviços e produtos oferecidos. A padronização é fundamental, portanto, ao controle dos sistemas que pretendam atingir a qualidade total, podendo eliminar, assim, os problemas de atendimento, custo, moral e segurança. Entretanto, existem alguns fatores que podem atrapalhar a padronização nas empresas, como a falta não só de um planejamento detalhado e coerente, mas também de ações corretivas para os desvios observados.

Figura 46 – Terreno destinado exclusivamente ao armazenamento de materiais e elementos construtivos na obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 47 – Estoque de tubulações isoladas por cerca plastificada, no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 48 – Estoque de armaduras sem qualquer padrão e organização no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 49 – Estoque de elementos pré-moldados de forma aleatória no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Além dos benefícios já citados e que foram observados no canteiro de obra analisado, a implementação da padronização de elementos e procedimentos nos ambientes de trabalho também pode trazer os seguintes benefícios (SAURIN; FORMOSO, 2006):

- a) diminuição das perdas, devido ao reaproveitamento dos materiais, e também pela melhor qualidade e minimização da utilização de componentes nas instalações;
- b) planejamento do *layout* dos novos canteiros da empresa facilitado, já que muitos dos padrões são dados necessários à realização da atividade;
- c) formação de uma imagem da empresa no mercado, que dependendo do nível da qualidade determina se esta imagem é positiva ou negativa;
- d) maior segurança quanto ao risco de multas e prevenção de acidentes devido à conformidade com requisitos estabelecidos de segurança;
- e) possibilidade de elaboração, a partir dos padrões estabelecidos pela empresa, de um modelo básico de PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho);
- f) maior agilidade e facilidade na implantação do processo de melhorias nos canteiros.

5.4.4 Simplificação dos fluxos físicos

De acordo com os conceitos enxutos, a produção é um conjunto intrincado de **processos** que transformam matéria-prima em produtos acabados por meio de **operações**. O processo é visto como o fluxo de materiais e informações e as operações como o fluxo de equipamentos e operadores, no tempo e espaço (SHINGO, 1996). Nesta lógica, tanto processos como operações são **fluxos** compostos por processamento, espera inspeção e transporte. Destes, somente o **processamento** agrega valor ao produto, os demais são consideradas atividades que não agregam valor, denominadas atividades de fluxo, e deveriam ser eliminadas desse fluxo, diminuindo, assim, as perdas e aumentando a transparência dos processos.

Nesse contexto, a utilização de equipamentos e elementos construtivos que diminuam ou facilitem os fluxos físicos no canteiro torna-se fundamental à redução das perdas nos processos. No canteiro de obra A e, em menor escala no canteiro B, foi observada a utilização de diversos equipamentos que facilitam as atividades de fluxo, principalmente no que diz respeito ao transporte de materiais, como, por exemplo, a utilização de equipamentos de grande porte para elevação e movimentação de cargas pesadas.

Tais equipamentos auxiliam, por exemplo, na movimentação dos elementos pré-moldados (vigas e lajes pretendidas) e pré-fabricados (arquibancadas, no caso da obra A) nos canteiros, que, por sua vez, criam um ambiente construtivo mais transparente à medida que reduzem a

mão de obra e aumentam a produtividade. Ainda em relação a esta abordagem, toda parte de acabamento dos elementos pré-fabricados na empresa A era feita com a ajuda de equipamentos giradores, como ilustram as figuras 50 e 51, fixando e girando a peça para quaisquer angulações. Dessa forma, a utilização de equipamentos como este permite agilizar e facilitar a execução da tarefa, bem como diminuir o número de funcionários para a realização da mesma, desobstruindo tais ambientes.

Figura 50 – Vista frontal do girador utilizado na obra
A



(fonte: foto do autor)

Figura 51 – Vista lateral do girador utilizado na obra
A



(fonte: foto do autor)

No canteiro A, também puderam ser observados oito guindastes e seis gruas, como ilustram as figuras 52 e 53, posicionados tanto na parte interna quanto externa à construção, realizando de forma rápida e eficiente a movimentação de vigas, lajes, arquibancadas e demais elementos pesados. Tais equipamentos são compostos por estruturas temporárias fixadas ao chão ou montadas num veículo especialmente concebido. Sua montagem, desmontagem e operação devem ser realizadas somente por profissional legalmente habilitado, assim como deve ser controlado somente por operadores treinados e habilitados para tal função. Como forma de evitar possíveis desvios ou acidentes, há a necessidade de comunicação entre operadores e sinaleiros via rádio, e de isolamento das áreas de carga e descarga no raio de ação da grua.

Figura 52 – Guindaste na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 53 – Grua localizada na parte externa à construção A



(fonte: foto do autor)

Também para a elevação e movimentação de cargas pesadas, observou-se, no canteiro A, a utilização de pórticos rolantes, como ilustram as figuras 54 e 55, cujas vantagens analisadas vão desde a rapidez na elevação e movimentação de elementos, até a redução de acidentes, danos aos produtos e do custo homem/hora.

Figura 54 – Operários trabalhando com auxílio do pórtico, no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 55 – Vista frontal do pórtico rolante, no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Já no canteiro B, verificou-se a utilização em grande escala de cestos aéreos acoplados a guindastes, como mostram as figuras 56 e 57, para montagens e manutenções, cuja utilização

reduz a necessidade de andaimes nos locais de trabalho e, conseqüentemente, diminui a quantidade de obstáculos visuais. Também foram utilizados no canteiro três equipamentos especialmente destinados à montagem dos elementos pré-moldados, como ilustram as figuras 58 e 59.

Figura 56 – Equipamento destinado à elevação de operários para realização de manutenções e montagens na obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 57 – Detalhe do cesto aéreo utilizado na obra B



(fonte: foto do autor)

Outro equipamento utilizado na obra B que aumentou sensivelmente o nível de visibilidade e comunicação do ambiente foi o regularizador de superfícies horizontais, como mostram as figuras 60 e 61. Utilizado para execução dos pisos, o regularizador apresentou como principais benefícios em relação a esta abordagem a diminuição da mão de obra e, conseqüentemente, a poluição visual e a desordem no ambiente produtivo.

Figura 58 – Equipamento para elevação e montagem de elementos pré-moldados da obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 59 – Montagem da estrutura pré-moldada da obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 60 – Detalhe do regularizador de pisos utilizado na obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 61 – Superfície regularizada pelo equipamento utilizado na obra B



(fonte: foto do autor)

Quanto à movimentação de elementos de menor porte, a utilização de páletes, se mostrou eficiente e apresentou melhorias de grande potencial para ambos os canteiros estudados. Caracterizado por ser um estrado de madeira, como mostra a figura 62, sua função é a otimização do transporte de cargas, conseguido através da empilhadeira, sendo capaz de

racionalizar o espaço de armazenagem, com um melhor aproveitamento vertical da área de estocagem, como observado na figura 63.

Figura 62 – Estoque de páletes no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 63 – Detalhe do estoque de telhas posicionadas sobre páletes no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Além de todos os benefícios já comentados pelos elementos facilitadores de transporte de carga, outros resultados positivos no processo, a partir da adoção desta abordagem, também puderam ser observados, tais como a diminuição das operações de movimentação e a uniformização dos locais de estocagem. Todas essas vantagens proporcionadas auxiliam na obtenção de um processo construtivo mais transparente, visual, seguro e comunicativo a todos aqueles envolvidos nas diferentes atividades no canteiro.

5.4.5 Uso de equipamentos e iluminação adequada para dar visibilidade a pontos ocultos

As premissas básicas para a definição da iluminação de um posto de trabalho devem levar em conta que a mesma não gere risco de acidentes e ao mesmo tempo seja condizente com as exigências da tarefa a ser realizada. O canteiro de obra A apresentou comportamento diferenciado quanto à implementação desta abordagem na prática. Em locais onde as atividades ainda estavam em andamento, havia equipamentos de iluminação em diversos

pontos do ambiente, enquanto em locais onde as atividades já haviam sido finalizadas, observou-se considerável falta de iluminação, como mostra a figura 64.

Figura 64 – Ambiente interno mal iluminado na obra A



(fonte: foto do autor)

Mesmo que a iluminação seja fundamental aos ambientes onde as atividades estejam em andamento, é recomendável que ambientes momentaneamente sem produção também apresentem níveis mínimos de iluminação. Essa exigência garante condições aceitáveis de segurança a todos que transitam no local, bem como aumenta o conforto visual, diminuindo a quantidade de pontos ocultos espalhados. Dessa forma, tenta-se atenuar a complexidade do processo de produção na construção civil. As peculiaridades deste setor fazem com que em um mesmo ambiente de trabalho diversas atividades de características distintas sejam realizadas simultaneamente. Além disso, os ambientes também podem contar com a presença de diferentes equipes, sejam elas permanentes ou temporárias, próprias ou terceirizadas, o que aumenta a dificuldade de identificação de erros e desvios no andamento das atividades.

Em relação a esta abordagem, o canteiro B apresentou vantagens devido à maior incidência de iluminação natural dos postos de trabalho, principalmente por serem amplos e desobstruídos, como mostram as figuras 65 e 66.

Figura 65 – Ambiente propício à maior incidência de iluminação natural, no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 66 – Local de trabalho amplo, arejado e bem iluminado no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Já em relação aos ambientes cuja iluminação natural não era suficiente para proporcionar níveis mínimos de conforto e segurança, foram observados poucos refletores e pontos de iluminação, criando diversos pontos ocultos e dificultando a execução das atividades, como mostram as figuras 67 e 68.

Figura 67 – Atividade sendo realizada em local pouco iluminado no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 68 – Ambiente interno à obra B mal iluminado



(fonte: foto do autor)

As áreas internas à construção no canteiro A, bem como o local de armazenamento de elementos pré-moldados, centralizado à construção, são exemplos da boa utilização desta abordagem, onde se observou a presença de diversos refletores e equipamentos móveis de iluminação temporária, como ilustram as figuras 69 e 70.

Figura 69 – Refletor posicionado na parte interna do estádio da obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 70 – Detalhe do refletor móvel provisório utilizado na obra A



(fonte: foto do autor)

A utilização destes equipamentos apresenta como potenciais benefícios, em relação à melhor visibilidade proporcionada, a maior qualidade na execução das atividades e a segurança dos trabalhadores, tornando o processo construtivo mais comunicativo e transparente. Além destes benefícios, o aumento da produtividade dos trabalhadores é um dos benefícios mais evidentes quanto à implementação de uma boa iluminação dos ambientes de trabalho, já que grande parte da fadiga relativa ao trabalho passa pela sobrecarga dos olhos.

5.4.6 Utilização de recursos visuais de criação de valor

Apesar da relevância econômica do setor da construção civil, a maioria das empresas construtoras contam com um número reduzido de ações ligadas à gestão estratégica do *marketing*, no que se refere à publicidade e propaganda, ou implementam tais ações de forma equivocada e sem o resultado pretendido. Nesse contexto, empresas inchadas e de administração deficiente, muitas construtoras sentiram a necessidade de mudar com o mercado e absorveram a propaganda nos seus canteiros e departamentos de vendas.

Uma oferta de *marketing* só trará benefícios se proporcionar valor ao seu mercado. Assim, torna-se fundamental a percepção da importância do conceito de criação de valor na rotina das empresas. Esta abordagem, segundo Souza et alli (1995) está associada à ideia de empregar

recursos de modo mais produtivo e lucrativo possível, e configura-se como peça chave ao *marketing* bem sucedido da empresa.

Quanto às ações de publicidade e propaganda realizadas pela empresa A analisada, observou-se certo descaso em relação à importância do tapume como geradores de imagem positiva da empresa, principalmente quanto à conservação e ao nível de informações disponibilizadas, como mostram as figuras 71 e 72. O tapume da obra encontrava-se em péssimo estado de conservação, com diversas manchas e rasgos por toda sua extensão, obtendo resultados exatamente opostos aos desejados, fazendo com que o cliente, na sua primeira análise visual da obra, relacionasse o estado do tapume com a qualidade do empreendimento, antes mesmo de entrar no local.

Figura 71 – Tapume principal mal conservado do canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 72 – Detalhe das condições precárias do tapume em frente à obra A



(fonte: foto do autor)

Também em relação à utilização de tapumes informativos e geradores de imagem positiva, a empresa B não se aproveitou desta abordagem e de seus benefícios, como mostram as figuras 73 e 74, sem qualquer indicação da empresa construtora ou mesmo do empreendimento. Ainda que o tapume utilizado não criasse qualquer imagem positiva em relação à disponibilização de informações no mesmo, a empresa B mostrou-se envolvida na questão ambiental a partir da utilização de um tapume ecológico. Esse material é confeccionado a partir de sacolas plásticas e aluminizadas, além de outros materiais reciclados desenvolvidos a

partir de resíduos. Entre as vantagens do material está a leveza, impermeabilidade e a maior vida útil, uma vez que não se decompõe sob chuva ou sol, mantendo-o conservado e com bom aspecto visual.

Figura 73 – Tapume principal sem qualquer indicação da empresa B ou do empreendimento



(fonte: foto do autor)

Figura 74 – Detalhe do tapume ecológico utilizado na obra B



(fonte: foto do autor)

Já em relação à transparência do processo realizado, a empresa A mostrou-se ciente da importância da disponibilização da maior quantidade possível de informações do empreendimento ao seu cliente, no caso, de forma indireta, o torcedor do clube para o qual está sendo construído o estádio. Estas informações sobre a construção e o empreendimento foram apresentadas ao torcedor através de locais especialmente construídos para tal função, denominados por Espaço Arena, conforme indica a figura 75.

Figura 75 – Sinalização visual indicando a localização do espaço destinado aos torcedores no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Foram disponibilizados para o torcedor três espaços diferentes para visitação: no atual estádio do clube, no canteiro de obra do futuro estádio e um ônibus que percorre diversas cidades do interior, conforme as figuras 76 a 78, respectivamente.

Figura 76 – Espaço Arena no atual estádio



(fonte: foto do autor)

Figura 77 – Espaço Arena localizado no canteiro de obra A



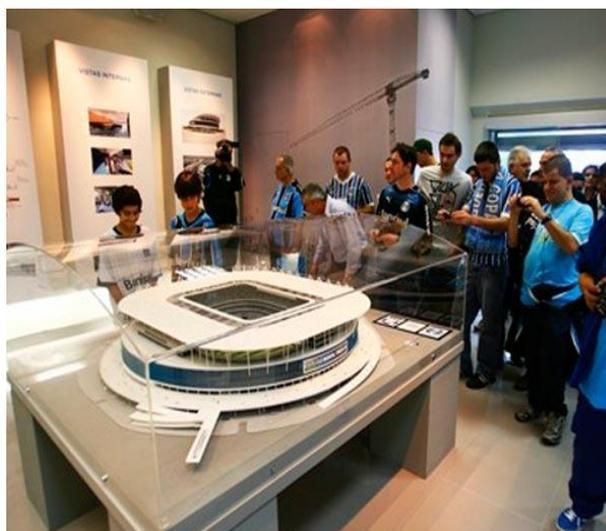
(fonte: foto do autor)

Figura 78 – Espaço Arena móvel destinado aos torcedores do interior



(fonte: foto do autor)

Figura 79 – Maquete do novo estádio



(fonte: foto do autor)

Tais espaços apresentaram maquetes da futura arena, como mostra a figura 79, assim como plantas, cortes, índices de produtividade e fotos mensais do andamento da obra. Essas iniciativas visam auxiliar na compreensão e identificação das características e dimensões tanto do empreendimento quanto da empresa, aumentando, assim, a transparência dos processos e criando uma imagem positiva do negócio sob ponto de vista do cliente.

A importância da implementação de tais ações, portanto, podem ser evidenciadas no objetivo global de um plano de publicidade e propaganda: criar valor e satisfação no cliente. Tal objetivo relaciona-se diretamente com o pensamento enxuto quanto à necessidade de consideração dos requisitos do cliente, entendendo o seu valor e ressaltando a ideia de que o maior objetivo de uma empresa é conquistar e preservar clientes.

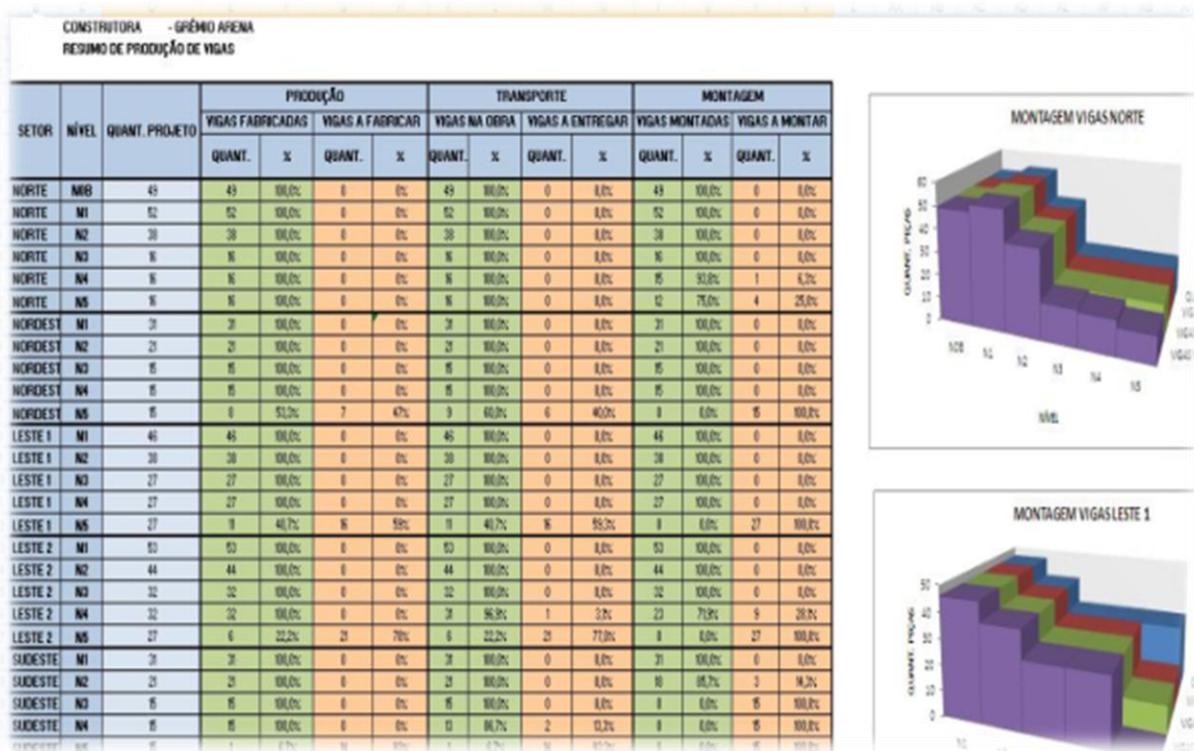
5.4.7 Processo de Planejamento e Controle da Produção

O processo de Planejamento e Controle da Produção é uma das técnicas e ferramentas através das quais o princípio da transparência pode ser introduzido ao contexto das empresas construtoras. Cada vez mais, esse processo também tem assumido um papel fundamental na competitividade das empresas. Entretanto, apesar da sua importância e do baixo custo relativo de implementação do processo, poucas ainda são as empresas nas quais esse processo é bem estruturado ou conduzido de forma a explorar todas as suas potencialidades.

Isatto et alli (2000, p. 75) define o planejamento como “[...] um **processo gerencial** que envolve o estabelecimento de **objetivos** e a determinação dos **procedimentos necessários** para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado em **conjunto com o controle**.”. Portanto, o planejamento configura-se como um processo sistemático de procedimentos e de tomada de decisão, envolvendo a fixação de metas e dos meios necessários para atingi-las, sendo a sua apresentação documentada na forma de planos.

Nas obras estudadas, verificou-se a utilização de diversos programas computacionais e planilhas eletrônicas para o acompanhamento da produção, tais como MS Project®, planilhas do Microsoft Office Excel® e Sistema Integrado de Gerenciamento de Obras para valor agregado e avanço físico da construção. A figura 80 representa as metas e o resumo de produção, transporte e montagem das vigas dos diferentes setores da construção A, através da utilização de planilha eletrônica de acompanhamento.

Figura 80 – Planilha eletrônica de acompanhamento e análise da produção da obra A



(fonte: cedido pela empresa)

Segundo Bernardes (2003), os fundamentos teóricos do processo de Planejamento e Controle da Produção, ao contrário de muitos programas de melhoria, têm sua base justamente fixada no aprendizado. A tomada de decisão, o controle e o replanejamento são sempre realizados utilizando dados e indicadores coletados durante o processo anterior.

Tais ferramentas visam à melhoria, baseados na aprendizagem, tentando entender os reais motivos de problemas ocorridos, para que esses não venham a ocorrer de novo, mantendo, assim, uma postura pró-ativa frente aos problemas. Vale ressaltar que ambas as empresas estudadas apresentaram setores exclusivos de planejamento nos seus canteiros.

Outra ferramenta importante para o acompanhamento da obra é a disponibilização de dispositivos visuais que mostrem aos trabalhadores quantos dias faltam, segundo as metas e expectativas da empresa, para o término da construção. Apesar de ser muito simples, a empresa A implementou tal ferramenta na forma de um contador regressivo de dias disponibilizado nos diversos setores, feito em papel, como mostra a figura 81, possibilitando que todos acompanhassem o andamento da construção em relação à data limite planejada.

Figura 81 – Contador regressivo de dias para finalizar a obra A.



(fonte: foto do autor)

Um planejamento de melhor qualidade possibilita reduzir as esperas em obra, assim como alocar as equipes para o trabalho disponível no momento exato, realizar o trabalho na melhor sequência e coordenar múltiplas atividades interdependentes, criando um ambiente mais visual e menos congestionado. A utilização de programas, indicadores, planilhas e quaisquer outras ferramentas que auxiliem no planejamento da obra, portanto, configura-se como um processo de antecipação. Essa previsão dos acontecimentos acaba facilitando a visualização das atividades planejadas, metas e expectativas da empresa quanto ao andamento da obra, criando um ambiente mais participativo e transparente.

5.4.8 Utilização de dispositivos visuais

Todas as informações úteis difundidas aos envolvidos no processo construtivo podem ser transmitidas através de todos os sentidos: paladar, tato, olfato audição e visão. Portanto, nada mais é do que uma espécie de gerenciamento sensorial da produção. Entretanto, utiliza-se de forma mais abrangente na literatura o termo **Gerenciamento Visual** para englobar todas as práticas que visam ampliar a transparência, utilizando todos os mecanismos possíveis para tornarem visíveis ou aparentes fatores relevantes para determinada produção (GALSWORTH, 1997, tradução nossa).

O Gerenciamento Visual auxilia a melhoria de um dos temas centrais do modelo enxuto de produção: a busca por soluções que tornem os processos mais facilmente observáveis, organizados, limpos e com maior facilidade de realizar o controle e a melhoria. A adoção dessas práticas visuais deve ser precisa e completa e, ao mesmo tempo, simples, tendo um significado claro e coerente ao seu contexto, fato particularmente importante aos indicadores visuais, que necessitam de interpretação (GREIF, 1991, tradução nossa).

Um exemplo da boa utilização de dispositivos visuais pela empresa A refere-se às diversas sinalizações de segurança espalhadas pela obra, como pode ser evidenciado pela figura 82, mostrando a caixa de sinalizações para esse controle. Nesse aspecto, tanto a obra A quanto a obra B utilizaram de forma eficiente diversos dispositivos visuais de segurança pelos diferentes ambientes dos seus respectivos canteiros. Tais sinalizações visavam alertar, orientar, prevenir e indicar os funcionários e envolvidos na obra quanto a perigos e corretos procedimentos a serem seguidos.

Figura 82 – Caixa de dispositivos visuais para segurança do trabalho no canteiro A



(fonte: foto do autor)

A disponibilização de dispositivos visuais visando à segurança em obra, mesmo que em menor quantidade, também foi um aspecto positivo observado no canteiro B, como mostram as figura 83 e 84. Foram disponibilizados pelos diversos ambientes deste canteiro, diferentes tipos de dispositivos visuais de segurança, não só advertindo os trabalhadores, mas também

informando-os através de quadros de avisos quanto a aspectos relacionados a este tema. Essas informações buscam explicar ao trabalhador o motivo da necessidade de utilização de equipamentos de proteção e sua importância, bem como evidenciar os diversos riscos inerentes à sua profissão através de avisos e reportagens sobre acidentes de trabalho na construção civil.

Figura 83 – Detalhe do quadro de avisos da segurança do trabalho no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 84 – Aviso quanto à necessidade das sinalizações serem obedecidas no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Esse tipo de dispositivo visual está relacionado a um conjunto de estímulos que informam um indivíduo sobre a melhor conduta a tomar perante determinadas circunstâncias relevantes. Além disso, observou nos canteiros estudados que tal utilização relaciona-se sempre com um equipamento, uma atividade ou a determinadas situações suscetíveis de provocar perigos para o trabalhador, fornecendo uma indicação ou uma regra relativa a segurança, à saúde ou a ambas.

Nesse contexto, além da consistente utilização de tais dispositivos por ambas as empresas estudadas, evidenciou-se a sua utilização de forma correta e coerente com as devidas necessidades. Devido ao seu objetivo de alertar sobre a existência de perigos que possam expor o trabalhador e/ou patrimônio ao risco de danos físicos, torna-se fundamental o posicionamento destes dispositivos em locais onde possam ser visualizados sem a necessidade de iluminação e serem de fácil identificação e distinção, condições estas que foram verificadas nos canteiros estudados.

Além do correto posicionamento destas sinalizações em ambos os canteiros analisados, verificou-se também para as duas obras a coerência dos *layouts* destas, que apresentavam contornos fortes, eram simples e de fácil entendimento, não possuíam duplo sentido e eram simétricos na sua maioria.

A comunicação visual é direcionada a grupos abertos, isto é, a mensagem visual deve ser observada e entendida por todos os trabalhadores e deve estar visível da maior quantidade de pontos do ambiente produtivo. Nesse contexto, as figuras 85 e 86 ilustram a disponibilização das metas em um espaço amplo e que constitui-se em uma área comum a todos trabalhadores do canteiro A, próxima aos vestiários e ao refeitório. Dessa forma, os trabalhadores visualizam as informações cuja empresa deseja difundir não só durante o trabalho mas também durante seus momentos de folga, facilitando a compreensão destas.

Figura 85 – Disponibilização das metas do mês em mural próximo ao refeitório do canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 86 – Detalhe da meta mensal para elementos pré-moldados da obra A



(fonte: foto do autor)

Já quanto à utilização de murais para disponibilização de informações úteis aos trabalhadores, vale ressaltar que tanto a obra A quanto a obra B utilizaram-se deste meio de comunicação de forma deficiente. No canteiro A, por exemplo, foram observados apenas dois murais informativos em todo o canteiro, sendo que ambos encontravam-se mal conservados e pouco comunicativos, como mostra a figura 87, enquanto o canteiro B não apresentou qualquer espaço para disponibilização de informações úteis.

Figura 87 – Murais pouco informativos e mal conservados no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Nesse contexto, a disponibilização de metas e medições de desempenho no canteiro exerce um papel importante nas organizações, pois representa não só um processo de autocrítica, mas também serve como base de acompanhamento das atividades e das ações e decisões que são tomadas durante sua execução. Além disso, a implementação destas ações proporcionam padrões de comparação para a realização das atividades propostas, direcionando esforços de melhoria de produção em obra. Dessa forma, essa abordagem vai de encontro à ideia de que não é possível gerenciar o que não se pode ou não se sabe medir.

Através das metas, por exemplo, desde que estas sejam desafiadoras, específicas e atraentes, os trabalhadores tendem a melhorar o seu desempenho, já que o seu comportamento é percebido como sendo provocado e guiado por metas de cada trabalhador, que realiza esforço para atingir determinado objetivo. Assim, o envolvimento no trabalho manifesta-se pela orientação do empregado para realizar com precisão as suas tarefas e persistir na sua execução até conseguir o resultado previsto ou esperado.

Os dispositivos visuais também podem ser classificados de acordo com o grau de controle sobre o receptor, controle este que depende do tipo de mensagem que é enviada e o grau de risco potencial quanto à não obediência da informação (GALSWORTH, 1997, tradução nossa):

- a) **indicador visual:** caracteriza-se como o dispositivo visual mais passivo, em que a informação é simplesmente apresentada e a aderência ao seu conteúdo é

voluntária. Pode ser implementação através da utilização de placas, bordas ou instruções de trabalho;

- b) **sinal visual**: é um dispositivo visual que primeiro captura a atenção e, depois, entrega a mensagem, como quadros de ritmo de produção, luzes piscantes ou sirenes de advertência;
- c) **garantia visual**: é o mais alto grau de controle no processo. É projetado para que somente deixe que as coisas certas aconteçam, como circuitos eletrônicos que monitoram a abertura de portas;
- d) **controle visual**: restringe fisicamente a escolha comportamental colocando limites, cruzando o limite do opcional para o obrigatório.

Em relação a esta abordagem, o canteiro A apresentou uma grande quantidade de indicadores visuais, como pode ser observado nas figuras 88 a 91, sendo este um dos aspectos observados mais utilizados e que apresentou significativos impactos positivos no que se refere à comunicação visual do canteiro.

Figura 88 – Indicação visual do ponto de encontro de emergência no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 89 – Indicação visual de estrutura liberada para trabalho no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 90 – Indicação visual de estrutura metálica provisória liberada para desmontagem no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 91 – Indicação visual da rota de fuga na obra A



(fonte: foto do autor)

Mesmo que em menor escala, até pelas dimensões da obra, o canteiro B também apresentou de forma consistente a disponibilização de dispositivos visuais nos seus diversos ambientes, como mostram as figuras 92 a 95.

Figura 92 – Indicação visual do ponto de encontro de emergência no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 93 – Indicação visual da necessidade de se colaborar com a limpeza na obra B



(fonte: foto do autor)

Figura 94 – Indicação visual da importância da segurança no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 95 – Indicação da posição dos materiais e equipamentos de segurança da obra B



(fonte: foto do autor)

Outra utilização benéfica observada no canteiro A quanto aos indicadores visuais foi a disponibilização de instruções e procedimentos a serem seguidos e respeitados, como ilustram as figuras 96 a 99.

Figura 96 – Dispositivo visual indicando procedimentos adequados à preservação do meio ambiente, na obra A



(fonte: foto do autor)

Figura 97 – Indicação visual dos procedimentos necessários básicos a serem feitos antes da execução de qualquer atividade, no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 98 – Disponibilização de diversos indicadores visuais na entrada do canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 99 – Plano de emergência e indicação dos procedimentos a serem realizados no canteiro A



(fonte: foto do autor)

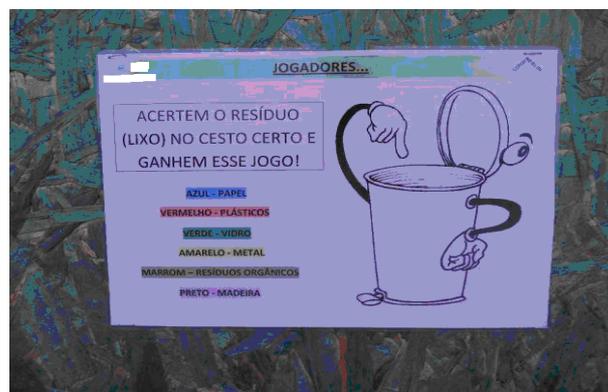
Assim, como no canteiro A, o canteiro B estudado também apresentou esta abordagem visual relacionada aos procedimentos como um ponto positivo amplamente utilizado, como ilustram as figuras 100 e 101. Tais procedimentos ajudam na organização da empresa e possibilitam que os colaboradores trabalhem de maneira uniforme, de acordo com o que é proposto pela construtora, diminuindo a possibilidade de erros e a desordem nos ambientes de produção.

Figura 100 – Aviso aos trabalhadores do procedimento adequado ao levantar peso no canteiro B



(fonte: foto do autor)

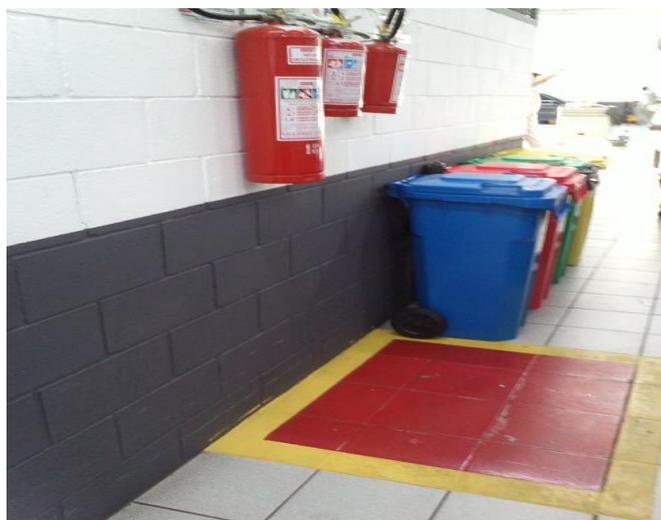
Figura 101 – Indicação visual informando o correto destino dos resíduos nos cestos de coleta seletiva no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Quanto às outras classificações de dispositivos, somente o controle visual foi utilizado em maior escala em ambos os canteiros, principalmente através de adesivos delimitadores no piso, como mostra a figura 102, orientando quanto ao correto posicionamento de materiais e equipamentos, bem como isolando determinadas áreas. Além disso, também observou-se no canteiro A algumas sirenes de advertência e luzes piscantes, configurando-se como dispositivos do tipo sinal visual.

Figura 102 – Detalhe de controle visual de restrição abaixo dos extintores de incêndio no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Outra categoria que pode ser enquadrada nesta classificação e dispositivos visuais são os avisos e advertências, conforme ilustram as figuras 103 a 106. Esta categoria especial são como controles visuais que devem alertar o receptor sobre a possibilidade de ocorrências danosas, o que faz com que se diferenciem das instruções. A informação dos avisos e advertências deve capturar a atenção do receptor, ser compreendida, promover a crença de que existe o risco e motivar o receptor a ter um comportamento seguro. Essa necessidade de chamar a atenção dos envolvidos pode ser obtida pela utilização de vários fatores, como o alto contraste com o fundo, iluminação adequada e utilização de movimento.

Figura 103 – Aviso da obrigatoriedade do uso do cinto de segurança no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 104 – Advertência quanto ao isolamento de local de trabalho no canteiro A



(fonte: foto do autor)

Figura 105 – Aviso de atenção quanto ao risco de choque elétrico no canteiro B



(fonte: foto do autor)

Figura 106 – Aviso das habilitações necessárias para a realização de diferentes atividades no canteiro B

COR DA IDENTIFICAÇÃO	ATIVIDADE	HABILITAÇÕES
AMARELO	AUTORIZADO OPERAÇÃO PLATAFORMA AÉREA	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento para operação do equipamento realizado no canteiro de obras da Leroy Merlin • Uso de cinto de segurança com tabacarte duplo • ASO (atestado de saúde ocupacional) com liberação para trabalho em altura
VERMELHO	AUTORIZADO ACESSO AO TELHADO	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de cinto de segurança com tabacarte duplo • ASO (atestado de saúde ocupacional) com liberação para trabalho em altura
VERDE	AUTORIZADO OPERAÇÃO SERRA CIRCULAR	<ul style="list-style-type: none"> • Registro em carteira de carpinteiro • Uso de protetor articular tipo concha, protetor facial; avental de rapa
VERDE	AUTORIZADO ACESSO ANDAIME	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de cinto de segurança com tabacarte duplo • ASO (atestado de saúde ocupacional) com liberação para trabalho em altura
VERMELHO	AUTORIZADO OPERAÇÃO DE MÁQUINAS PESADAS (REGULADORA, LIXADORA, REBARBATEIRA, MOTORREDUZIDA, COMPACTADORA, ETC)	<ul style="list-style-type: none"> • Registro em carteira de operador do respectivo equipamento • Certificado de treinamento para operação do equipamento • Uso de protetor articular tipo concha
VERMELHO	AUTORIZADO OPERAÇÃO DE MUNCK E GUINCHO	<ul style="list-style-type: none"> • Registro em carteira de operador do respectivo equipamento • Certificado de treinamento para operação do equipamento

A identificação deve ser feita através de adesivo circular de 4cm de diâmetro, colado ao capacete de cada trabalhador, com a identificação da atividade.

(fonte: foto do autor)

Entretanto, estes dispositivos não substituem a eliminação do risco. Como complemento à utilização de tais benefícios, podem ser realizados treinamentos, elaboração de projetos detalhados e utilização de garantias visuais. Mesmo que seja fundamental o uso de avisos e

advertências, alguns fatores devem ser observados para a sua eficiente utilização, entre eles a poluição visual, os fonogramas, as cores e a percepção do risco. A poluição visual, por exemplo, reduz o grau de aderência das informações passadas (GALSWORTH, 1997, tradução nossa; GREIF, 1991).

As pessoas que estão mais expostas ao perigo tendem a acreditar que o risco é menor do que o real, aparentemente elas não pensam que podem sofrer um acidente, nem nas consequências dele, e frequentemente têm comportamentos inseguros (GREIF, 1991). Dessa forma os avisos e advertências precisam ser persuasivos o suficiente para mudar essa crença e motivar um comportamento seguro.

Diante de todas essas colocações quanto à utilização de dispositivos visuais no canteiro de obra, conclui-se que a comunicação visual promove, em um ambiente de produção, a rápida comunicação dos eventos que estão ocorrendo. Assim, a utilização de tais dispositivos projetados especialmente para transmitir informações pode aumentar a transparência nos canteiros de obra, criando ambientes mais autoexplicativos, auto-ordenáveis, autorreguláveis e autoaperfeiçoáveis (GALSWORTH, 1997, tradução nossa). Além disso, a implementação eficiente desses dispositivos também apresenta como potenciais benefícios a percepção mais acurada do processo como um todo, a simplificação do controle, a comparação com padrões e a promoção de autonomia de cada empregado, bem como encoraja o contato entre os integrantes do trabalho.

6 CONCLUSÕES

Como foi definido inicialmente, este trabalho teve como principal objetivo verificar os benefícios observados nos canteiros de obras selecionados para estudo, a partir da adoção de ações do princípio do aumento da transparência. Para este fim, foi necessário desdobrar este em três outros objetivos secundários.

O primeiro deles foi realizar o levantamento das obras que seriam analisadas, através da análise de um conjunto de obras analisadas por alunos da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Após esta etapa, configurando-se também como um dos objetivos secundários do trabalho, verificou-se o nível de utilização do princípio da transparência e suas ferramentas nos respectivos canteiros. Através de entrevistas realizadas com engenheiros de ambas as empresas construtoras, relacionando diversas abordagens práticas do princípio, verificaram-se níveis similares de utilização de tais aspectos abordados nas duas obras, sendo estes somente razoáveis. As empresas obtiveram, segundo os entrevistados, cerca de $2/3$ da pontuação máxima proposta pelo questionário padrão elaborado.

O terceiro objetivo secundário, e fundamental à verificação dos benefícios observados, foi identificar como o princípio da transparência e suas ações gerenciais são aplicadas na prática da construção civil. Para isso, foram realizadas diversas análises visuais e registros fotográficos dos canteiros estudados. Neste contexto, foram identificados e escolhidos para uma análise mais aprofundada neste trabalho os seguintes tópicos:

- a) manter a limpeza e a ordem no local de trabalho;
- b) tornar o processo diretamente observável;
- c) padronização de elementos e procedimentos no canteiro;
- d) simplificação dos fluxos físicos;
- e) uso de equipamentos e iluminação adequada para dar visibilidade a pontos ocultos;
- f) utilização de recursos visuais de criação de valor;
- g) processo de Planejamento e Controle da Produção;
- h) utilização de dispositivos visuais.

A partir da identificação e análise em campo de tais aspectos relacionados à obtenção de processos mais transparentes na rotina das empresas construtoras, pôde-se mais facilmente verificar os benefícios obtidos pela adoção deste princípio fundamental da Construção Enxuta. Além dos benefícios, também puderam ser identificados diversos fatores relevantes à implantação das diretrizes propostas por este princípio, que dependem tanto de características comportamentais e organizacionais da empresa, quanto de características conjuntas da obra. Aspectos como o comprometimento da alta gerência, o treinamento dos funcionários e a priorização das necessidades da obra revelaram-se essenciais ao sucesso na implantação dos princípios enxutos na construção civil.

Como principal benefício verificado nas obras estudadas, relacionado ao princípio da transparência, está a redução da possibilidade da ocorrência de erros, a partir da maior visibilidade global dos processos e, conseqüentemente, melhor compreensão deste, permitindo maior agilidade na identificação e correção destes possíveis problemas. Além disso, essa maior capacidade em difundir informações úteis a todos os envolvidos no processo apresentou significativos impactos positivos em relação à produtividade em obra, principalmente através das melhorias comportamentais proporcionadas por este princípio. Vale ressaltar que, apesar de alguns aspectos analisados nas obras estudadas terem sido utilizados de forma deficiente, tais como estratégias de publicidade e propaganda e a disponibilização de metas, resultados e expectativas, o emprego de dispositivos visuais, principalmente os avisos e advertências, mostrou-se abundante e coerente com as dimensões destes canteiros.

Outro aspecto utilizado de forma consistente em ambas as obras analisadas diz respeito ao gerenciamento visual relacionado à segurança nos canteiros. Verificou-se a utilização de diversas sinalizações, indicações e instruções quanto aos corretos procedimentos a serem realizados frente a diferentes situações de risco. Tais sinalizações mostraram-se eficientes e coerentes aos seus objetivos, preenchendo requisitos básicos como atrair a atenção, transmitir a mensagem de forma simples, rápida e objetiva, além de estarem posicionadas em locais de fácil observação. Dessa forma, verificou-se a importância da implementação de tais dispositivos na tentativa de eliminar ou reduzir os elevados índices de acidentes de trabalho na indústria da construção civil, informando os trabalhadores dos vários riscos inerentes às suas atividades, além de conduzi-los a atitudes preventivas e de proteção.

O quadro 4 representa os objetivos principais e secundários com os seus resultados relacionados.

Quadro 4 – Relação entre objetivos propostos, suas etapas e seus respectivos resultados obtidos na pesquisa

<p>OBJETIVO PRINCIPAL DE PESQUISA</p>	<p>Verificação dos benefícios observados em canteiros de obras da Grande Porto Alegre, a partir da adoção de ações do princípio do aumento da transparência dos processos</p>	<p>Os principais benefícios verificados em relação aos tópicos analisados nos dois canteiros foram: maior facilidade na identificação de falhas; maior visibilidade, segurança e qualidade na execução das tarefas; redução da desordem; ambientes mais visuais e autoexplicativos; melhor utilização do espaço físico disponível; maior facilidade no entendimento dos processos; padronização de elementos e procedimento; diminuição de entulhos de construção.</p>	
<p>OBJETIVOS SECUNDÁRIOS DE PESQUISA</p>	<p>Levantamento de obras que potencialmente utilizassem o princípio do aumento da transparência em seus canteiros de obra, para posterior análise em campo destas</p>	<p>Seleção de duas obras, de diferentes empresas construtoras, que apresentaram de forma consistente diversos aspectos relacionados ao princípio estudado, para serem analisadas na pesquisa</p>	
	<p>Verificação do nível de utilização do princípio da transparência e suas ferramentas nos canteiros de obra selecionados</p>	<p>Elaboração de um questionário padrão relacionando diversas bordagens práticas do princípio da transparência, para realização de entrevistas com os respectivos engenheiros de cada uma das duas obras selecionadas</p>	<p>A partir de uma pontuação estabelecida de acordo com o nível de utilização do aspecto questionado (variando de zero, que significava "não" ou "nenhum", a três, "muito"), as empresas A e B obtiveram, sob ponto de vista dos entrevistados, 65% e 61%, respectivamente, da pontuação geral do questionário</p>
	<p>Identificação de como a transparência e suas ações gerenciais são aplicadas na prática da Construção Civil</p>	<p>Identificação de oito tópicos principais, analisados de forma mais aprofundada, ligados ao princípio da transparência</p>	<p>a) manter a limpeza e a ordem no local de trabalho; b) tornar o processo diretamente observável; c) padronização de elementos e procedimentos no canteiro; d) simplificação dos fluxos físicos; e) uso de equipamentos e iluminação adequada; f) utilização de recursos visuais de criação de valor; g) processo de Planejamento e Controle da Produção; h) utilização de dispositivos visuais.</p>

(fonte: elaborado pelo autor)

Nesse contexto, a transparência configura-se como um princípio orientado ao controle visual da produção, e tem como objetivo principal transformar os processos de produção mais observáveis e visuais. Criando, assim, ambientes mais claros e participativos, tenta-se eliminar ou reduzir as atividades que não agregam valor, melhorando a qualidade geral do processo e diminuindo os custos. Além disso, este princípio também pode servir de base para a implementação de outros princípios relacionados à Construção Enxuta, facilitando a adoção destas e potencializando os seus benefícios.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, M. M. e S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

CHIAVENATO, I. **Gerenciando pessoas**: como transformar gerentes em gestores de pessoas. 4. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

_____. **Administração da Produção**: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 275**, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotada na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, 2001.

CORIAT, B. **Pensar pelo avesso**: o modelo japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

GALSWORTH, G. D. **Visual Systems**: Harnessing the power of the visual workplace. New York, USA: American Management Association, 1997.

GREIF, M. **The Visual Factory**: building participation through shared information. Portland, USA: Productivity Press, 1991.

HIROTA, E. H. **Desenvolvimento de competências para a introdução de inovações gerenciais na construção através da aprendizagem na ação**. 2001. 205 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

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 perdas na construção civil. 2. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000. v. 5.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, USA: CIFE, 1992. Technical Report 72.

_____. Towards the theory of (lean) construction. In.: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham: University of Birmingham, 1996. Não paginado.

KOSKELA, L.; TEZEL, A.; TZORTZOPOULOS, P. **Visual Management in Construction**: study report on brazilian cases. Salford, U. K: Salford Centre for Research and Innovation, 2010. Research Report 3.

OLIVEIRA, M.; LANTELME, E.; FORMOSO, C. T. **Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil**: manual de utilização. 2. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1995. v. 3.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção. **Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Edição Especial Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan./mar. 2003.

SANTOS, A. dos. **Application of flow principles in the production management of construction sites**. 1999. 436 f. PhD Thesis – School of Construction and Property Management, University of Salford, Salford, 1999.

SANTOS, A. dos; POWELL, J.; FORMOSO, C. T. **Construção Enxuta**. Não paginado, Nov. 1998. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/construcao-enxuta-85254-1.asp>>. Acesso em: 4 out. 2011.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com estoque zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, R. de; MEKBEKIAN, G.; SILVA, M. A. C.; LEITÃO, A. C. M. T.; SANTOS, M. M. dos **Sistemas de gestão e qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1995.

VENDRAMETTO, O.; FRACCARI, P. L.; BOTELHO, W. C. A inovação tecnológica na construção civil e os aspectos humanos. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2004. p. 1-3.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.