

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BEATRIZ BECKER WIGINESCKI

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA
EM OBRAS PEQUENAS E DE CURTO PRAZO:
UM ESTUDO DE CASO**

**CURITIBA
2009**

BEATRIZ BECKER WIGINESCKI

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA
EM OBRAS PEQUENAS E DE CURTO PRAZO:
UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Adelino Krüger

Área: Gerenciamento

**CURITIBA
2009**

TERMO DE APROVAÇÃO

BEATRIZ BECKER WIGINESCKI

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS PEQUENAS E DE CURTO PRAZO: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. José Adelino Krüger
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG
Programa de Pós-Graduação em Construção
Civil - UFPR

Examinadores:

Prof. Dr. Ricardo Mendes Junior
Universidade Federal do Paraná - UFPR
Programa de Pós-Graduação em Construção
Civil - UFPR

Prof. Dra. Tatiana Gondim do Amaral
Escola de Engenharia Civil
Universidade Federal de Goiás - UFG

Curitiba, 09 de março de 2009

Dedico este trabalho àquelas pessoas que me apoiaram
nos momentos mais importantes de minha vida...

Aos meus pais Maria Izabel e Lindomar...

Ao meu esposo Alexandre...

Às minhas irmãs Bianca e Laís.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que me deu inspiração e força para a realização do mestrado.

Ao Prof. Dr. José Adelino Krüger pela animada orientação e incentivo durante a realização de todo o programa de mestrado, mantendo-me sempre motivada e centrada no desenvolvimento da dissertação.

Ao Prof. Dr. Ricardo Mendes Junior pela co-orientação realizada nesta pesquisa, e por estar sempre aberto a discussões, compartilhando seus conhecimentos e experiências para auxiliar no desenvolvimento do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade, seriedade e qualidade, traduzidas nos seus professores e funcionários.

Ao meu marido Alexandre que participou de tantas formas deste período importante de minha vida, agradeço pelo carinho e pela paciência durante todas as etapas deste trabalho.

Aos meus pais Lindomar e Iza que sempre me propiciaram a melhor educação possível, e me mantiveram motivada para buscar sempre o melhor.

Às minhas irmãs pelo companheirismo e descontração, em especial à minha irmã e sócia Bianca pela compreensão e pelo apoio pessoal e profissional nos últimos dois anos e meio.

A todos os colegas da turma PPGCC 2007, companheiros de aulas e seminários ao longo do programa, especialmente aos amigos Micheline, Clara, Bruno Carvalho, Bruno Fernandes e Juliana, pelas discussões, sugestões e risadas compartilhadas ao longo de nossos estudos.

À Construtora RCM que abriu sua empresa e suas obras para a realização do estudo de caso, em particular ao Eng. Christian que se envolveu diretamente com a pesquisa e esteve sempre disponível e aberto a discussões e sugestões.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação especialmente à Prof. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas e ao Prof. Dr. Sérgio Tavares que me auxiliaram na estruturação de minha pesquisa.

À Ziza, que além de ser prestativa nos assuntos referentes ao Programa de Pós-Graduação, mostrou-se também uma amiga ao longo dos períodos em que participei do mestrado.

*“Não me entrego sem lutar
- Tenho ainda coração.
Não aprendi a me render:
Que caia o inimigo então.”*

Renato Russo – Metal contra as nuvens

RESUMO

Problemas do modelo tradicional de produção na construção civil, nas áreas de planejamento, gerenciamento e controle, levam a processos produtivos fragmentados, pouco transparentes e variáveis. Ao analisar os diferentes tipos de obras no setor da construção civil, pode-se identificar a recorrência de inúmeras características problemáticas, tanto produtivas como gerenciais. Neste contexto se enquadram as obras de pequeno porte e de curta duração, que por vezes apresentam problemas acentuados devido ao tamanho reduzido da equipe e à falta de planejamento diário das atividades. Na busca de melhorias, estudos têm sido realizados com sucesso na aplicação de princípios da construção enxuta em obras de construção civil. Entretanto, são poucos os trabalhos realizados em empresas e obras de pequeno porte e em obras de curta duração. O objetivo principal desta pesquisa foi desenvolver diretrizes para a aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obra, voltados ao aumento da transparência em obras de curto prazo e de pequeno porte. Foi realizado um estudo de caso aplicado em duas obras distintas de uma construtora de pequeno porte, sendo estas obras pequenas e de curta duração. Neste estudo foram aplicados princípios da construção enxuta voltados ao planejamento e controle de obras e à organização do canteiro. Após o estudo realizado na obra 01 foram geradas diretrizes bases para a implantação de ferramentas na obra 02, possibilitando a revisão e a reestruturação dessas diretrizes. Com base nos estudos de caso realizados foi possível gerar e validar um conjunto de diretrizes voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obra, organização do canteiro e aumento da transparência em obras pequenas e de curta duração. Foram observadas características inerentes a este modelo produtivo e criadas ações voltadas a melhorias no planejamento e controle da obra, bem como ao aumento da transparência no canteiro.

Palavras chaves: gerenciamento, construção enxuta, obras pequenas, obras de curto prazo.

ABSTRACT

The problems of traditional construction model in the fields of planning, management and control lead to a broken production process, with low transparency and high variability. It is possible to identify production and management problematic characteristics when different types of construction are analyzed. Small sized and fast constructions fit in this context; small sized teams and lack of planning increase these problems. Studies which search for improvements have had success in implementing lean construction principles in different types of construction, however only few researches have been made in small construction companies, and small and fast constructions. This research's main goal is to develop pointers for implementing planning and control lean construction principles, searching for the improvement of small and fast construction's transparency. A case study was developed in two different constructions of a small size construction company. In this study, planning, control, construction site organization and lean construction principles were implemented in small and fast constructions. After the first case study some basic pointers were created and applied in the second case study, allowing the review and restructure of these pointers. According to the case studies, it was possible to create and to validate a group of pointers to implement planning, control, construction site organization and lean construction principles in small and fast constructions. Some inherent characteristics of this production model were observed and a few actions were created for planning and construction control improvement, as well as the increase of construction site transparency.

Key words: management, lean construction, small sized constructions, fast constructions.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – PRODUTIVIDADE DA CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL, MEDIDA EM HORAS-HOMEM/M ² CONSTRUÍDO.....	21
FIGURA 2.1 – PROCESSO DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL BASEADO NO MODELO DE CONVERSÃO	30
FIGURA 2.2 – PRODUÇÃO COMO UM PROCESSO DE FLUXO: ILUSTRAÇÃO SIMPLISTA.....	33
FIGURA 2.3 – ESTRUTURA CONCEITUAL.....	48
FIGURA 2.4 – SISTEMA DE PLANEJAMENTO DO <i>LAST PLANNER</i>	54
FIGURA 3.1 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA CONSTRUTORA ESTUDADA.....	69
FIGURA 4.1 – ESTRUTURA DA COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE DA EMPRESA.....	73
FIGURA 4.2 – LIMPEZA DA OBRA	84
FIGURA 4.3 – ESTOQUE IMPROVISADO AO LONGO DA OBRA	85
FIGURA 4.4 – MATERIAIS DISPOSTOS EM VÁRIOS LOCAIS.....	85
FIGURA 4.5 – DISPOSIÇÃO DE ENTULHO EM LUGARES INDEVIDOS.....	85
FIGURA 4.6 – AGÊNCIA DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL ONDE FOI REALIZADO O ESTUDO DE CASO 01.....	87
FIGURA 4.7 – AGÊNCIA DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL ONDE FOI REALIZADO O ESTUDO DE CASO 02.....	89
FIGURA 4.8 – BARREIRAS FÍSICAS DO CANTEIRO DE OBRAS	91
FIGURA 4.9 – MODELO DO CARTÃO DE PRODUÇÃO APLICADO NA OBRA.....	99
FIGURA 4.10 – CRONOGRAMA GERAL DE CARTÕES DE PRODUÇÃO.....	99
FIGURA 4.11 – DISPOSIÇÃO INICIAL DOS MATERIAIS PRÓXIMOS AOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO	100
FIGURA 4.12 – DISPOSIÇÃO APROPRIADA DE MATERIAIS	101
FIGURA 4.13 – LOCAL DESTINADO AO LIXO DIÁRIO DA OBRA	102
FIGURA 4.14 – SITUAÇÃO INICIAL DO PAINEL DE INFORMAÇÕES	103
FIGURA 4.15 – DEMARCAÇÃO HORIZONTAL PARA ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS.....	110
FIGURA 4.16 – MATERIAIS ARMAZENADOS NOS LOCAIS DEFINIDOS POR DEMARCAÇÃO E PLACAS	111
FIGURA 4.17 – LOCAL DESTINADO AO DEPÓSITO DE LIXO	114

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – COMPARAÇÃO ENTRE OS CINCO PRINCÍPIOS DE WOMACK E JONES (1998) E ELEMENTOS FUNDAMENTAIS ADOTADOS NO TRABALHO DE PICCHI (2003) E OS PRINCÍPIOS DE KOSKELA (1992).	39
QUADRO 2.2 – PECULIARIDADES DA CONSTRUÇÃO E OS DESPERDÍCIOS.....	42
QUADRO 2.3 – COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS <i>LEAN</i>	51
QUADRO 4.1 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM O DIRETOR 01	74
QUADRO 4.2 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM O DIRETOR 02.....	74
QUADRO 4.3 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM O ENGENHEIRO	76
QUADRO 4.4 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM UM OPERÁRIO	77
QUADRO 4.5 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM O PROJETISTA	78
QUADRO 4.6 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM UM FORNECEDOR DA EMPRESA...	79
QUADRO 4.7 – PARTE DA ENTREVISTA REALIZADA COM UM CLIENTE	81
QUADRO 4.8 – CARACTERÍSTICAS OBTIDAS NO DIAGNÓSTICO REALIZADO NA CONSTRUTORA	86
QUADRO 4.9 – COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS NA OBRA DA AGÊNCIA JARDIM DAS AMÉRICAS.....	88
QUADRO 4.10 – COMPOSIÇÃO DE ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS NA OBRA DA AGÊNCIA BIGORRILHO	90
QUADRO 4.0.11 – ESQUEMA PARA ESTABELECIMENTO DAS FERRAMENTAS A SEREM UTILIZADAS NOS ESTUDOS DE CASO	95
QUADRO 4.12 – FERRAMENTAS A SEREM APLICADAS NA OBRA 01	96
QUADRO 4.13 – MEMORIAL DE CÁLCULO DE PPC, OBRA 01	98
QUADRO 4.14 – FERRAMENTAS A SEREM APLICADAS NA OBRA 02	109
QUADRO 4.15 – MEMORIAL DE CÁLCULO DE PPC, OBRA 02	112

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1 – RESULTADO DO QUESTIONÁRIO APLICADO NA DIRETORIA DA EMPRESA ESTUDADA.....	75
GRÁFICO 4.2 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO NA ENGENHARIA DA EMPRESA ESTUDADA.....	76
GRÁFICO 4.3 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO A UM OPERÁRIO DA EMPRESA ESTUDADA.....	77
GRÁFICO 4.4 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO AO PROJETISTA DA EMPRESA ESTUDADA.....	79
GRÁFICO 4.5 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO EM UM DOS FORNECEDORES DA EMPRESA ESTUDADA	80
GRÁFICO 4.6 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO EM UM CLIENTE DA EMPRESA ESTUDADA.....	81
GRÁFICO 4.7 – MÉDIA FINAL OBTIDA NA ENTREVISTA DOS DIFERENTES ELOS DA CADEIA E VISÃO DO CLIENTE FINAL	82
GRÁFICO 4.8 – PERCENTUAL DE PRODUÇÃO CONCLUÍDA DA OBRA 01 – AGÊNCIA JARDIM DAS AMÉRICAS	98
GRÁFICO 4.9 – PERCENTUAL DE PRODUÇÃO CONCLUÍDA DA OBRA 01 – AGÊNCIA BIGORRILHO.....	112

LISTA DE SIGLAS

- 5S – CINCO SENSOS
- CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
- IGLC – INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION
- JIT – JUST-IN-TIME
- MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
- MFV – MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR
- PBQP-H – PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT
- PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO
- PPC – PERCENTUAL DE PRODUÇÃO CONCLUÍDO
- TFV – TRANSFORMAÇÃO-FLUXO-VALOR

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	16
1.2	HIPÓTESE.....	18
1.3	OBJETIVO GERAL.....	18
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.5	JUSTIFICATIVA.....	18
1.6	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	23
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2	REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	25
2.1.1	PRODUÇÃO EM MASSA.....	25
2.1.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	26
2.1.3	MODELOS DE PRODUÇÃO.....	29
2.1.4	CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA <i>LEAN PRODUCTION</i>	34
2.2	CONSTRUÇÃO CIVIL.....	41
2.2.1	CENÁRIO ATUAL.....	41
2.2.2	EMPRESAS E OBRAS DE PEQUENO PORTE.....	44
2.2.3	CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	46
2.2.4	ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	49
2.2.5	PLANEJAMENTO.....	52
2.2.6	<i>LAST PLANNER</i>	53
2.2.7	<i>LOOKAHEAD</i>	55
2.2.8	5S.....	56
2.2.8.1	SEIRI.....	57
2.2.8.2	SEITON.....	57
2.2.8.3	SEISO.....	58
2.2.8.4	SEIKETSU.....	58
2.2.8.5	SHITSUKE.....	59
2.2.9	GERENCIAMENTO VISUAL.....	59
2.2.10	TRANSPARÊNCIA.....	60

3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	62
3.1	FERRAMENTAS PARA VALIDAÇÃO DA PESQUISA.....	64
3.2	COLETA DE DADOS	65
3.3	PLANO DE AÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	66
3.4	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	68
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	72
4.1	AVALIAÇÃO DA EMPRESA	72
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS	86
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS.....	91
4.4	CARACTERIZAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO.....	92
4.5	AGRUPAMENTO DE TAREFAS.....	93
4.6	ESCOLHA DE FERRAMENTAS	94
4.7	IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS – OBRA 01	96
4.8	RESULTADOS OBTIDOS – OBRA 01.....	103
4.9	DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES BASES	107
4.10	IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS A PARTIR DAS DIRETRIZES BASES – OBRA 02	108
4.11	RESULTADOS OBTIDOS – OBRA 02.....	114
4.12	DIRETRIZES FINAIS	118
5	CONCLUSÕES.....	123
5.1	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	126
	REFERÊNCIAS.....	128
	ANEXOS	133

1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem um amplo impacto na economia do Brasil. Seu macrossetor, que envolve toda a cadeia de atividades ligadas à construção, desde fornecedores até a manutenção final das obras, foi responsável em 2002 por 11,09% do Valor Adicionado¹ da economia, resultando na ampliação de 19,26% para 20,56% (CBIC, 2002).

Dentre todas as atividades presentes no macrossetor, o segmento da construção de edificações corresponde a 26% da riqueza gerada pelo conjunto de atividades da construção (CBIC, 2002).

Entretanto, apesar de sua grande importância no cenário nacional, o setor da Construção Civil, segundo Pontes (2004), passou por um período em que o mercado nacional era preservado da concorrência externa, sem que houvesse disputas diretas com empresas internacionais, as quais apresentavam sistemas de gestão mais avançados, alto grau de produtividade e política interna voltada à qualidade de seus produtos e serviços. Consequentemente, as indústrias nacionais não se motivaram a desenvolver o seu sistema tecnológico e de gestão, o que ocorreria naturalmente em um mercado aberto, competitivo e seletivo, em que somente empresas competentes teriam chance de sobrevivência. Isto levou a um grande atraso tecnológico, e tornou o setor da construção civil, deficitário.

Neste cenário, a inibição para a conscientização e motivação da produtividade levou a poucos indicadores que permitissem medir a situação setorial em termos de produtividade, dificultando a avaliação de desempenho do setor (PONTES, 2004).

Uma evolução do setor da construção civil sob o ponto de vista das empresas construtoras tem se caracterizado pela necessidade de um melhor tratamento da interface cliente-fornecedor, seja dentro de uma organização, seus departamentos e funções, ou entre organizações, como construtoras, seus fornecedores, projetistas etc. (OHNUMA E CARDOSO, 2006).

¹ O Valor Adicionado constitui-se da receita de venda deduzida dos custos dos recursos adquiridos de terceiros. É, portanto, o quanto a entidade contribuiu para a formação do Produto Interno Bruto (PIB) do país (UFPB, 2006).

Com as mudanças de mercado e o surgimento de um diferente ponto de vista do cliente é necessário que a produção apresente um desempenho diferente. Entretanto, muitas vezes esta necessidade não é compreendida pelas empresas, pois no momento em que investimentos se tornam necessários para obter melhorias, essas empresas não se preocupam em analisar as características e os desejos desses clientes (BARROS NETO, 1999).

O setor da construção civil tem assistido ao desenvolvimento de diversos tipos de novas técnicas administrativas, gerenciais, modelos de produção e técnicas produtivas do setor de manufatura, segundo Baumhardt (2002). Entretanto, acreditava-se que não era possível aplicar estas novas técnicas à sua realidade, pois a indústria da manufatura e a indústria da construção eram vistas como atividades produtivas distintas.

Neste contexto, surgiu uma nova filosofia de pensamento que apresenta um grande impacto nas cadeias produtivas, a *lean production*. Mais tarde foi aplicada ao setor da construção com o nome de *construção enxuta*. Este novo modelo leva empresas a fazerem uma análise completa de diferentes áreas envolvidas no processo.

A partir da década de 90 a *lean production* tem conquistado um lugar importante, primeiramente dentro do setor da manufatura, e mais recentemente em outros setores. É visto como uma nova forma de enxergar não somente a produção, mas o negócio, pelo fato de envolver também o desenvolvimento de produtos, o relacionamento com fornecedores, as vendas e a gestão de pessoas (PICCHI, 2003).

Apesar das diferenças existentes entre os diversos ambientes de produção, como a manufatura e a construção, existe uma grande possibilidade de aplicação do sistema de *lean production*. Isto se dá ao se identificarem os sistemas de produção de cada setor de maneira individual, como os fluxos de projetos, suprimentos, atividades de produção, entre outros (PICCHI, 2003).

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Problemas de planejamento de projetos, planejamento da construção, gerenciamento de materiais e fluxos de trabalho, existentes no modelo da construção civil tradicional, tendem a se acumular, a se agravar e a se perpetuar.

Eles causam uma situação em que o fluxo de processos na construção seja desnecessariamente fragmentado, complexo, pouco transparente e variável, apresentando consequências de comportamento e pensamento em diversas áreas da construção. No controle de projeto, as situações criadas para resolver crises consomem totalmente os recursos e a atenção do gerenciamento, deixando pouco espaço para o planejamento e para as atividades que busquem melhorias (KOSKELA, 1992).

Ao analisar os diferentes tipos de obras no setor da construção civil, pode-se identificar a recorrência de diversas características problemáticas, tanto produtivas como gerenciais. Como exemplo, Souza e Silva e Felizardo (2007) citam que a falta de procedimentos adequados de orientação como projeto, planejamento, programação e controle em obras de pequeno porte levam a erros e falhas na obra. Um acompanhamento adequado das obras auxilia o processo de tomada de decisões e permite a realização de um planejamento de produção, reduzindo as incertezas e os riscos de insatisfação ao final da obra.

Devido a um tamanho reduzido da equipe e à falta de planejamento diário das atividades em obras de pequeno porte e curto prazo, os operários ficam responsáveis pela realização de diversas tarefas ao mesmo tempo, reduzindo sua produtividade e a eficiência do processo. Algumas consequências provenientes destes problemas são: o desperdício de tempo devido ao deslocamento para diferentes locais da obra; a falta de objetividade para a realização da tarefa; o aumento dos ciclos de produção levando a uma redução do efeito aprendizagem na atividade, entre outras (SOUZA E SILVA E FELIZARDO, 2007).

Grande parte das empresas envolvidas com este tipo de obra são microempresas ou pequenas empresas, estando sujeitas também a diversas limitações administrativas, que interferem em sua eficiência e competitividade.

Vários estudos têm sido realizados com sucesso na implantação de princípios de construção enxuta em obras de construção civil; entretanto, atualmente, são poucos os trabalhos realizados em empresas e obras de pequeno porte, principalmente em obras de curta duração. Dentro deste contexto materializa-se o problema na indagação: Como implantar ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, proporcionando o aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte?

1.2 PRESSUPOSTO

Com o uso de ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta em obras de curto prazo e pequeno porte é possível realizar um planejamento formal adequado para a execução da obra e para o aumento de sua transparência.

1.3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver diretrizes para a implantação de ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, proporcionando um aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, algumas ações intermediárias serão tomadas, São elas:

- realizar um diagnóstico do cenário atual da empresa estudada com base nos princípios da construção enxuta;
- criar um modelo eficiente de planejamento para obras de curta duração que possa ser aplicado em outros empreendimentos da mesma natureza na empresa;
- avaliar os resultados da implantação de ferramentas com os conceitos da construção enxuta: planejamento *lookahead*, *Last Planner*, cartões de produção, programa 5S e dispositivos visuais nas obras estudadas.

1.5 JUSTIFICATIVA

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2008) o setor da construção civil representou no Brasil, em 2003, 63% dos

investimentos produtivos da economia na Formação Bruta de Capital Fixo², sendo responsável por 30% do valor gerado pela indústria.

Em 2001, este setor representou 15,6 % do PIB (Produto Interno Bruto) do país. Dentro deste número, as edificações e a construção pesada respondem por cerca de 10,3% do PIB e, dentro deste grupo, estima-se que a construção de edificações residenciais represente um montante entre 6% a 9% do PIB nacional (IBGE, 2004).

A construção civil é identificada como geradora de empregos, com capacidade de absorção de expressivos contingentes de mão-de-obra, especialmente de profissionais menos qualificados e socialmente mais dependentes, com grande sensibilidade às características regionais e sociais. Emprega aproximadamente 13,8 milhões de pessoas, sendo 3,8 milhões de empregos diretos, 2,2 milhões de empregos indiretos e 7,8 milhões de empregos induzidos (MDIC, 2008).

Este setor, intensivo em mão-de-obra, tem seu ciclo de crescimento normalmente associado ao aumento dos postos de trabalho. Conforme a Pesquisa Anual da Indústria da Construção, realizada pelo IBGE (2004), existem 109 mil empresas de construção em atividade no Brasil. Ao todo elas distribuíram R\$ 15,3 bilhões em salários e realizaram obras e serviços no valor de R\$ 94 bilhões de reais. Em 2004, as empresas de construção registraram crescimento de 24,8% no valor das construções executadas. Ao se tratar de resultados agregados, verificou-se que nesse ano as pequenas empresas realizaram 41,7% do valor das construções (IBGE, 2004).

Para Barros (2005), a relevância econômica da construção civil não se limita apenas à participação no PIB do país, mas também à sua expressão socioeconômica, pelos empregos que gera.

Embora o setor da construção seja de grande importância no cenário atual do país, em vários aspectos ele apresenta diferentes problemas. Como exemplo, Souza *et al.* (2004), concluem que dentre os problemas da indústria da construção civil

² Formação Bruta de Capital Fixo significa, segundo o IpeaData (2008), o valor total dos investimentos brutos (sem deduzir o uso devido à depreciação e à obsolescência) em capital fixo (máquinas e equipamentos, estruturas e edificações, rebanhos e culturas permanentes) realizadas pelas empresas públicas e privadas no ano; equivale ao aumento bruto da capacidade produtiva do País.

pode-se identificar um consumo considerável de materiais, seja em quantidade ou em diversidade.

Segundo Santos (1999), a indústria da construção está sob pressão para melhorias em suas praticas atuais; algumas das mais importantes fontes de pressão são:

- baixa produtividade – apesar de sua grande importância, a indústria da construção regularmente demonstra níveis de produtividade mais baixos em comparação com outras indústrias de manufatura;
- demandas sociais – mudanças no perfil da população, além de seu estilo de vida, estão trazendo novas demandas à indústria de construção em todo o mundo;
- altos níveis de desperdício – apesar da pressão econômica e social, os níveis de desperdício na produção se mantêm altos;
- imagem ruim – a construção tem uma das piores imagens públicas entre os setores industriais; é sempre vista como sendo suja, perigosa e pesada, com relacionamentos adversos em todos os níveis hierárquicos e geradora de impactos ambientais.

Segundo Formoso *et al* (2001), na indústria da construção a incorporação de informação no processo deve ser projetada cuidadosamente, pois o ambiente está em constante transformação.

A produtividade da mão-de-obra é um indicador de avanço tecnológico e de aumento da eficiência produtiva. Apesar dos avanços recentes, a produtividade brasileira na construção residencial ainda é muito baixa em comparação com outros países (35% da produtividade americana, por exemplo), conforme gráfico apresentado a seguir (ABIKO *et al*, 2005):

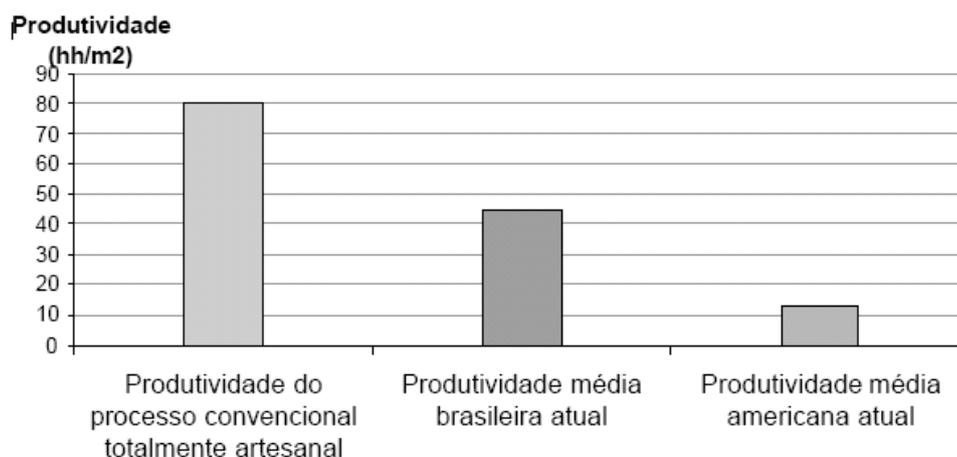


FIGURA 1.1 – Produtividade da construção residencial, em homens - hora por metro quadrado
FONTE: Abiko et al. (2005)

A baixa produtividade e o desperdício na construção civil são históricos, e dentro da situação atual de escassez de recursos obrigam as indústrias a realizarem modificações para poderem subsistir. A indústria da construção civil deve realizar algumas mudanças para se ajustar às tendências atuais de mercado.

De acordo com Amaral (1999), há uma crescente melhoria da tecnologia e a globalização aproximou mercados, resultando no aumento da concorrência entre empresas, o que leva à busca por produtos diferenciados e por serviços de qualidade. Neste contexto empresas passam por reestruturações organizacionais na tentativa de se manterem competitivas.

A busca por melhores produtos e processos construtivos resulta em uma maior demanda por qualidade e competitividade, levando a uma necessidade de maior capacitação da força de trabalho envolvida no processo produtivo, à procura por novas tecnologias construtivas e processos inovadores, à formulação de empreendimentos econômicos e ao uso de ferramentas modernas de gestão da produção (AMARAL, 2004).

Podem ser identificadas iniciativas estratégicas para uma melhoria no setor, como a industrialização, a construção com sistema computacional integrado e o gerenciamento da qualidade total. Também surgem técnicas operacionais e táticas, como ferramentas de planejamento e controle de projeto, métodos organizacionais e métodos de melhoria de produtividade (KOSKELA, 1992). Medidas voltadas a melhorias na construção convencional, na maioria das vezes, estão focadas nos

custos e na produtividade, falhando ao não evidenciar o desperdício e a não estimular melhorias constantes. (KOSKELA, 1992).

A eficiência de um sistema de produção dita a competitividade de uma empresa em se tratando de infraestrutura, qualidade, planejamento, controle, entre outros. O planejamento racional das atividades de produção constitui um fator chave para uma empresa manter-se competitiva (BARROS, 2005).

Dentro deste contexto da construção civil, obras pequenas e de curto prazo também apresentam problemas que interferem diretamente em sua eficiência e na capacidade competitiva das empresas que as executam, usualmente microempresas ou pequenas empresas. De acordo com Souza e Silva e Felizardo (2007), obras pequenas são normalmente desprovidas de planejamento e acompanhamento, apresentando um grande número de problemas que levam, conseqüentemente, a retrabalhos, desperdício e baixa qualidade do produto final. Um dos motivos deste descaso é o valor reduzido dos orçamentos, levando à ocorrência deste tipo de problemas.

As peculiaridades da construção civil devem ser consideradas principalmente em termos de planejamento e programação, existindo um alto grau de instabilidade dos níveis hierárquicos inferiores. Estas características são marcantes em obras de curto prazo; neste âmbito, a principal ferramenta para lidar com este problema é o planejamento de nível operacional, ou planejamento de curto prazo, incorporando neste planejamento as relações com as incertezas diárias da produção (SOUZA E SILVA E FELIZARDO, 2007).

Neste enfoque, introduz-se o conceito de construção enxuta como gerador de melhorias. Ballard e Howell (1998) identificam parte deste conceito como a padronização de produtos e tarefas e a entrega instantânea com estoque zero. Este plano ideal maximiza o valor do produto e minimiza as perdas. Para sua aplicação na construção, é necessária uma mudança na maneira de se enxergar e de se fazer a construção.

O pensamento *lean*, segundo Ballard e Howell (1998), mesmo sendo utilizado principalmente nos processos de produção industriais, é adequado à construção justamente por possibilitar que ela seja vista de outra forma, através da manufatura e da alta padronização.

O uso de princípios de construção enxuta em obras de curto prazo, segundo Souza e Silva e Felizardo (2007), apresenta grandes vantagens, principalmente no

que diz respeito à redução do tempo de ciclo, pois atrasos na obra podem significar faturamento perdido ou pagamento de aluguel, por exemplo. Há um potencial em se tomar estes tipos de obras como lotes de produção, devido ao seu tamanho. Conseqüentemente, a entrega seria mais rápida, pois os lotes de produção seriam menores; a gestão de processos seria facilitada por um número menor de produtos inacabados em estoque; o efeito aprendizagem seria facilitado, pois os erros estariam evidentes, facilitando a identificação e a correção de suas causas; e a estimativa de recursos seria mais precisa.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Em obras de curto prazo os princípios da construção enxuta e as ferramentas voltadas a uma redução do ciclo são de extrema importância, pois atrasos da obra podem levar à perda de faturamento por dias não trabalhados, no caso de obras comerciais por exemplo, e ao prolongamento do pagamento de aluguel (SOUZA E SILVA E FELIZARDO, 2007).

Esta pesquisa encontra-se dentro deste contexto, visando o estudo de obras de pequeno porte e de curta duração. Sendo assim, as delimitações-chaves desta pesquisa são o porte e a duração da obra estudada, estando a pesquisa restrita apenas a obras pequenas e rápidas. Além das características da obra em questão, esta pesquisa limita-se a empresas de pequeno porte que tenham atuado previamente neste tipo de obra.

Quanto às características da pesquisa, há uma delimitação quanto às ferramentas estudadas e implantadas. Conforme descrito anteriormente nos objetivos, a pesquisa restringe-se a ferramentas voltadas ao planejamento de obras, à organização de canteiros e ao aumento da transparência na obra. Não estão presentes neste estudo ferramentas voltadas a outros tipos de melhorias.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: É apresentada uma introdução geral sobre o mercado da construção civil atual no Brasil e o surgimento de uma nova filosofia de

produção. Logo após é feita a delimitação do problema de pesquisa, seguida pela apresentação do pressuposto, do objetivo geral da dissertação e dos seus objetivos específicos. Em seguida são feitas a justificativa e a delimitação da pesquisa.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura: Neste capítulo é feita a revisão da literatura, iniciando pelos sistemas de produção. Inicialmente é apresentado o Sistema de Produção em Massa, seguido pelo Sistema Toyota de Produção, os modelos de produção, fechando com uma apresentação dos conceitos e princípios da construção enxuta. Em relação à construção civil, apresenta-se inicialmente um cenário atual do mercado, apresentando suas principais características e problemas. Em seguida é introduzido o conceito da construção enxuta, seguido por algumas ferramentas: *Last Planner*, *lookahead*, 5S, células de trabalho, padronização e gerenciamento visual. O capítulo é finalizado com uma análise da importância da transparência.

Capítulo 3 – Materiais e Métodos: Este capítulo apresenta a definição do método adotado para a realização da pesquisa. Nesta fase, são apresentadas também ferramentas para a validação da pesquisa, o protocolo de coleta de dados, e é feita uma apresentação da empresa estudada.

Capítulo 4 – Análise e Discussão dos Resultados: Neste capítulo desenvolve-se o estudo de caso realizado durante a pesquisa. É feita uma análise de seu estado atual, seguida pela definição e pela implantação das ferramentas de construção enxuta em duas obras específicas da empresa, que também é apresentada neste capítulo. Ainda neste capítulo são feitas a análise e a discussão dos resultados, sendo feita uma análise geral dos resultados obtidos na realização do estudo de caso para ambas as obras, com sua respectiva discussão.

Capítulo 5 – Conclusões: Este capítulo apresenta as conclusões resultantes da elaboração do estudo de caso, bem como são feitas recomendações para futuras pesquisas.

Ainda são apresentadas as referências utilizadas para a construção da revisão da literatura, e os anexos com materiais referentes ao estudo de caso e que não foram demonstrados ao longo da dissertação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

2.1.1 PRODUÇÃO EM MASSA

De acordo com Womack *et al* (1990), a chave da produção em massa, ao contrário do que muitos pensavam, se baseava em uma intercambiabilidade completa e consistente de partes, e na simplicidade de uni-las. Um dos primeiros passos para tornar este processo mais eficiente foi a divisão em partes, em cada estação de trabalho; nesse caso o trabalhador poderia permanecer no mesmo local por todo o seu turno de produção. Ford conseguiu esta intercambiabilidade entre partes em torno do ano de 1908, e foi além, decidindo fazer com que o trabalhador realizasse apenas uma única tarefa. Adiante, em 1913, ele estabeleceu uma linha de montagem móvel e contínua, na qual o produto percorria a linha de produção.

Danlbaar (1997) explica que Ford introduziu o modelo de produção baseado em um fluxo contínuo na montagem final; entretanto, as partes e os componentes necessários para a montagem eram produzidos em larga escala, gerando estoques intermediários ao longo de toda a linha de produção.

No sistema de produção de Ford, segundo Danlbaar (1997), existiam alguns elementos do taylorismo; entretanto, neste sistema destacava-se a importância da mecanização e o uso de máquinas para estabelecer o ritmo de trabalho. Estudos de tempos e movimentos foram aplicados para determinar o gerenciamento de níveis para a linha de montagem. A separação entre o planejamento e a execução do trabalho resultou em uma grande divisão do trabalho na produção, baseado em tempos de ciclo curtos de uma linha de montagem que movimentava cerca de 60 carros por hora, combinado com um extensivo planejamento de trabalho e a função de engenharia industrial. O trabalho de produção que não podia ser planejado em detalhes, normalmente envolvendo trabalhadores com habilidades, como inspeção de qualidade e manutenção, era organizado em departamentos indiretos.

Na produção em massa, de acordo com Pontes (2004), profissionais altamente qualificados projetavam os produtos que eram posteriormente produzidos por operários com baixa ou nenhuma qualificação. Para tal, máquinas caras e especializadas em uma só tarefa eram necessárias; elas produziam produtos

padronizados em um grande volume de produção. Para garantir a continuidade da produção eram necessários vários operários sobressalentes que cobrissem possíveis faltas dos operários que trabalhavam nessas máquinas. Devido a uma falta de flexibilidade das máquinas, os produtos padrões eram mantidos no mercado pelo maior tempo possível, fazendo com que o cliente final sacrificasse uma variedade de produtos que porventura desejasse, em função do custo mais baixo.

Neste modelo de produção, os trabalhadores da linha de montagem não tinham quaisquer responsabilidades quanto à qualidade do produto; se recebessem peças defeituosas eles poderiam tanto usá-las como deixar o carro passar sem esta peça para que isso pudesse ser corrigido mais adiante. No final dos anos setenta o número de trabalhadores para o reparo de defeitos em fábricas do oeste dos Estados Unidos aumentou significativamente (DANLBAAR, 1997).

De acordo com Amaral (2004), os EUA começaram a apresentar os primeiros sinais de desgaste do modelo taylorista de produção. Isto se tornou evidente por meio de queda nos índices de produtividade em meados do século XX, o que levou a uma redução da competitividade da economia norteamericana no contexto internacional.

Apesar das várias características inadequadas existentes no modelo de produção em massa, Henry Ford representou uma grande influência na indústria automobilística no início do século XX. Ele introduziu diversas alterações na organização do trabalho na manufatura; dentre elas podem ser citadas a padronização do produto final, a intercambiabilidade de peças e a linha de montagem, um correia transportadora que leva o produto até o operador (BAUMHARDT, 2002).

2.1.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Na década de 50, segundo Womack *et al* (1990), após um período de dificuldade, parte da força de trabalho da Toyota teve que ser demitida, devido a um colapso nas vendas. Até então, após seus treze anos de funcionamento, a Toyota teria produzido um total de 2.685 automóveis em todo o período; em contrapartida, as empresas americanas de automóveis estavam produzindo diariamente 7.000 unidades em um único dia. Dentro deste contexto Eiji Toyoda e Taiichi Ohno iniciaram um esforço para a mudança desse cenário.

Ohno começou a trabalhar com equipes e líderes de equipe. As equipes recebiam um grupo de atividades de montagem e uma área da linha de produção, devendo trabalhar juntas da melhor maneira para realizar as operações necessárias. Em um próximo passo, ele deu às equipes as tarefas de organização da área de trabalho, forneceu ferramentas para pequenos reparos e atribuiu a elas as tarefas de verificação de qualidade (WOMACK *et al*, 1990).

Após as equipes estarem trabalhando de maneira contínua, Womack *et al* (1990) explicam que uma parte do tempo foi destinada por Ohno para que a equipe sugerisse maneiras de gerar uma melhoria coletiva do processo. Este processo contínuo de melhoria, termo japonês *kaizen*, ocorre em colaboração com engenheiros industriais, que ainda existiam, mas em quantidade muito menor.

Segundo Womack *et al* (1990), em se tratando do retrabalho, Ohno permitiu que cada trabalhador da linha de montagem, ao contrário do sistema de produção em massa, pudesse parar a linha de produção caso algum defeito fosse detectado. De maneira sistemática os trabalhadores aprenderam a identificar a raiz do problema, e posteriormente a sugerir a correção para que este mesmo problema nunca voltasse a ocorrer. À medida que os trabalhadores obtiveram experiência em identificar e rastrear os problemas até a raiz, o número de erros foi reduzido bruscamente. Outras consequências foram a redução da necessidade de retrabalho e o aumento da qualidade dos carros fabricados.

O objetivo do sistema Toyota era reduzir os estoques finais e intermediários; para tal ele trabalhava com pequenos lotes de produção e uma alta quantidade de entregas e transporte (SHINGO, 1996). Ohno eliminou os estoques de segurança, de acordo com Ballard e Howell (1995), reduzindo os estoques entre os processos. Com a responsabilidade dos trabalhadores em identificar e em corrigir defeitos, tornou-se necessário resolver os problemas ao invés de permitir que os produtos defeituosos chegassem até o final da linha de produção.

O interesse nas idéias do Sistema Toyota de Produção surgiu principalmente pelo alto grau de competitividade que ele oferecia. Através da análise das atividades envolvidas no processo, era possível identificar as diferenças entre desperdício e valor, a partir da ótica de clientes e usuários convencionais (KOSKELA, 2004).

Uma das principais características do Sistema Toyota de Produção é a redução de perdas em todo o processo de produção. Segundo Pontes (2004), perdas são vistas como qualquer ineficiência que leva ao uso de equipamentos,

materiais e mão-de-obra em quantidades maiores do que as necessárias para a produção de um produto. Estas perdas podem ser tanto desperdício de materiais quanto execução de tarefas desnecessárias, que levam a custos adicionais e não agregam valor.

Em seu trabalho, Shingo (1996), identifica sete tipos de perdas:

- 1) superprodução – perdas por produção superior àquela esperada;
- 2) espera – perdas de tempo enquanto o produto está sendo convertido;
- 3) transporte – perdas em tempo e esforço para o transporte de produtos e materiais;
- 4) processamento – perdas no próprio processamento do produto;
- 5) estoque – perdas no uso de uma grande quantidade de estoque, que mobiliza capital, mão-de-obra, espaço físico, entre outros;
- 6) desperdício nos movimentos – perdas na realização de um número superior ao necessário de movimentos para realizar uma tarefa;
- 7) desperdício na elaboração de produtos defeituosos – perda física de materiais e mão-de-obra.

Adiante, o mesmo autor apresenta algumas técnicas trabalhadas pela Toyota para a eliminação de defeitos:

- inspeção para prevenir defeitos, não apenas encontrá-los – os defeitos devem ser controlados na sua origem; os trabalhadores devem encontrar e corrigir os defeitos encontrados na própria operação e os trabalhadores devem checar o trabalho realizado por outros trabalhadores;
- inspeção 100% - a inspeção não deve ser feita por amostragem, mas sim em todos os passos do processo, para garantir a qualidade do produto;
- *poka-yoke* – uso de dispositivos que impeçam a ocorrência de erros na produção, auxiliando na obtenção de 100% de produtos aceitáveis, como por exemplo gabaritos.

A Toyota apresenta uma busca incessante pela descoberta das causas reais dos problemas e perdas. Outro sistema utilizado para tal é o dos 5 *Porquês*. Ao utilizar este sistema é possível descobrir a raiz dos problemas, tendo como objetivo final a melhoria (SHINGO, 1996).

Shingo (1996) aponta três diferenças básicas entre os sistemas Toyota e Ford de produção:

- lotes grandes x produção em lotes pequenos – enquanto o sistema Ford produz várias quantidades de poucos modelos, o sistema Toyota produz pequenas quantidades de vários modelos;
- adoção da produção com modelos mistos no processo de montagem – na produção de modelos mistos, pequenos lotes são utilizados, eliminando a geração de estoques intermediários;
- operações de fluxo consistentes das peças à montagem – todas as peças utilizadas para a montagem final do produto são produzidas em pequenos lotes, gerando um fluxo contínuo de peças unitárias.

Contrariamente à linha de produção de Ford, que produzia milhares de carros diariamente, Ohno e seus associados alcançaram o fluxo contínuo em uma linha de produção de baixo volume, aprendendo a trocar rapidamente as ferramentas de um produto para o próximo, e reduzindo o dimensionamento das máquinas de maneira que diferentes tipos de passos do processo pudessem ser realizados imediatamente adjacentes uns aos outros, mantendo um fluxo contínuo do produto (WOMACK E JONES, 2003).

De acordo com Womack *et al* (1990) outro sistema criado pela Toyota foi uma nova maneira de coordenar o fluxo de materiais dentro do sistema de fornecimento diário de suprimentos, o *just-in-time*. Nesse sistema foi estabelecido que as partes seriam produzidas apenas quando a próxima etapa as requisitasse.

O sistema de produção e gerenciamento desenvolvido na Toyota foi o resultado de esforços de tentativa e erro para competir com a produção em massa já estabelecida nas indústrias de automóveis americanas e européias (SHINGO, 1996).

Toyoda e Ohno levaram mais de vinte anos para implantar este conjunto completo de idéias dentro do Sistema Toyota de Produção. No final eles obtiveram sucesso, trazendo melhorias relevantes na produtividade, na qualidade do produto e na capacidade de resposta a mudanças do mercado (WOMACK *et al*, 1990).

2.1.3 MODELOS DE PRODUÇÃO

Shingo (1996) vê a produção como uma rede de processos e de operações. Neste caso os processos são fluxos de materiais ao longo do tempo e do espaço; é quando ocorre a transformação de matéria-prima em produto acabado. As

operações são os trabalhos que devem ser realizados para que a transformação seja realizada.

De acordo com Koskela (1994), o modelo de transformação como uma teoria de base da produção foi excepcionalmente influente e de sucesso na maior parte do século XX. Ele influenciou várias áreas, como desenho organizacional, contabilidade, gerenciamento de projetos e várias facções da engenharia, onde foi levado à prática. Seu sucesso foi devido a dois fatores: poder suficiente para modelar a realidade e poder excelente de várias ferramentas nele baseadas para analisar e controlar a produção de maneira simples e fácil. Não havia concorrentes para esse modelo em discussões científicas e na prática industrial até a década de 80, quando um novo enfoque começou a causar dúvidas na base prevalecente de produção.

De acordo com Koskela (1992), o modelo de transformação, também conhecido como modelo de conversão, está baseado em noções de gerenciamento e de organização. Esse modelo é amplamente utilizado e, mesmo de maneira implícita, representa por vezes a forma com que pessoas enxergam um processo de produção. Baseado na conversão de entradas em saídas, em sua aplicação prática ocorre uma abertura dos processos, em que o processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, que também trabalham com a conversão. Nessa linha de pensamento entende-se também que o custo total do processo pode ser minimizado por meio na minimização do custo de cada subprocesso, e que o valor das saídas de um processo é associado com o valor de suas entradas, como pode ser observado a seguir, na Figura 2.1.

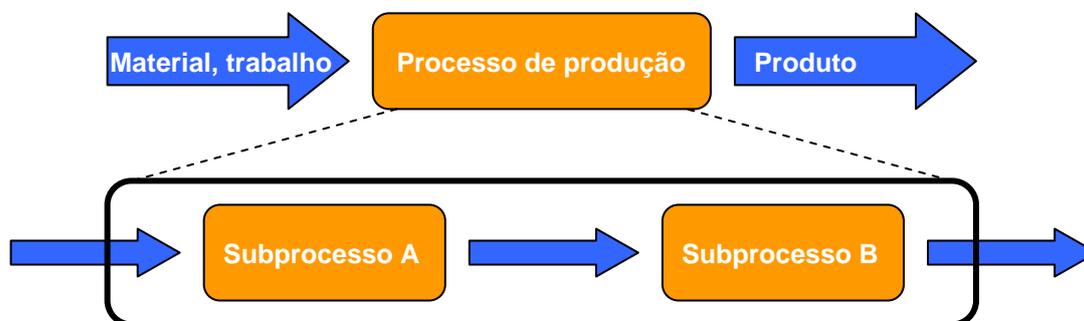


FIGURA 2.1 – Processo de produção convencional baseado no modelo de conversão
FONTE: Koskela (1992)

A essência do modelo de conversão baseado na transformação assume que o trabalho pode ser feito em partes divididas e gerenciado como se essas partes fossem independentes entre si. Por meio dessa divisão é possível alocar responsabilidades internas e externas às áreas de trabalho. Esta mentalidade facilita o gerenciamento de contratos ao invés do gerenciamento do fluxo da produção. Neste caso o gerenciamento da produção é a responsabilidade local daquelas várias partes contratadas. Se todos cumprirem suas obrigações contratuais, segundo o ponto de vista deste modelo, o desempenho do projeto alcança o sucesso. Infelizmente este enfoque é frágil, pois quando algo ocorre errado, toda a estrutura está propensa a entrar em colapso (BALLARD, 2000).

A fundamentação da produção baseada no modelo de transformação é idealista, e em sistemas de produção complexos os erros associados à idealização são inaceitavelmente amplos. Há duas deficiências principais: a primeira é o não reconhecimento de outros fenômenos na produção além das transformações, e a segunda é o não reconhecimento que as atividades de transformação não atribuem valor ao produto final, mas sim a conformidade deste produto com as necessidades do cliente (KOSKELA, 1999).

Em crítica ao modelo de produção baseado na transformação, Koskela (1992) aponta que ao se utilizar este modelo, os fluxos físicos entre as conversões são negligenciados. Estes fluxos abrangem atividades de movimentação, espera e inspeção, que, em uma visão idealizada, são atividades desnecessárias, pois não agregam valor ao produto final. Conseqüentemente o foco de melhorias e o controle estão voltados às atividades de conversão dos subprocessos, na busca de sua melhor eficiência (como exemplo, o uso de novas tecnologias), o que prejudica a eficiência do fluxo geral.

De acordo com Shingo (1996), por meio de uma análise separada dos processos (fluxo de produtos) e das operações (fluxos de trabalho) é possível obter melhorias significativas no processo de produção.

Ao analisar as operações, Shingo (1996) também apresenta uma divisão, estabelecendo dois tipos de operação: aquelas que agregam valor e aquelas que não agregam. As atividades que constituem o processamento, transformando efetivamente a matéria-prima, são operações que agregam valor. Existem diversas atividades que não agregam valor, e elas têm várias causas, como por exemplo a má manutenção de equipamentos, a espera e os retrabalhos.

Os processos de fluxo podem ser caracterizados por tempo, custo e valor (referente ao atendimento das necessidades do cliente). Normalmente as atividades de processamento são as que agregam valor ao produto final, ou seja, aquelas que tratam da alteração do produto, da forma, da substância, da montagem e da desmontagem. A eficiência geral da produção é atribuída à eficiência tanto das atividades de conversão, quanto das atividades de fluxo, através das quais as atividades de conversão ocorrem (KOSKELA, 1992). Dentro deste enfoque é possível identificar a necessidade inicial de eliminar ou reduzir ao máximo as atividades que não agregam valor ao produto final, ao mesmo tempo em que as atividades de conversão devem se tornar mais eficientes (KOSKELA, 1992).

Um importante erro do modelo tradicional baseado na transformação é a falta do fator tempo no estudo do processo de produção. Ao utilizar o novo modelo de produção, que leva em consideração todos os processos e operações de produção, o fator tempo é inserido. Esta introdução do tempo implica em uma produção concebida como um processo físico, ao invés de uma abstração econômica em termos de custo ou produtividade. Como consequência percebe-se que é possível moldar o comportamento da produção como um processo físico ao se utilizarem os modelos apropriados. Outro fator importante é a percepção de que o tempo é consumido por dois tipos de atividades ao se observar do ponto de vista do produto: as atividades de transformação e as outras atividades, aparentemente atividades de não transformação. Obviamente estas atividades de não transformação são desnecessárias, ou seja, quanto menos atividades deste tipo, melhor (KOSKELA, 2000).

Para melhoria de processos, Shingo (1996) identifica inicialmente quatro elementos distintos no fluxo de transformação de matéria-prima em produtos:

- processamento – o material passa por uma mudança física ou de qualidade, como por exemplo, a montagem ou desmontagem;
- inspeção – verificação se os padrões estabelecidos são seguidos;
- movimento – o deslocamento de materiais ou produtos;
- espera – período em que não ocorre nenhuma das atividades descritas anteriormente; pode ainda ser dividido em espera do processo, em que um lote inteiro espera o processamento do lote precedente, e espera do lote, no qual todo o lote espera o processamento de uma peça.

Esta divisão dos processos também é feita por Koskela (1992), conforme a Figura 2.2, a seguir. Ao realizar melhorias nestes elementos, uma melhoria geral dos processos é obtida. Adiante são relacionados métodos que podem ser utilizados para se alcançar a melhoria dos elementos apresentados.

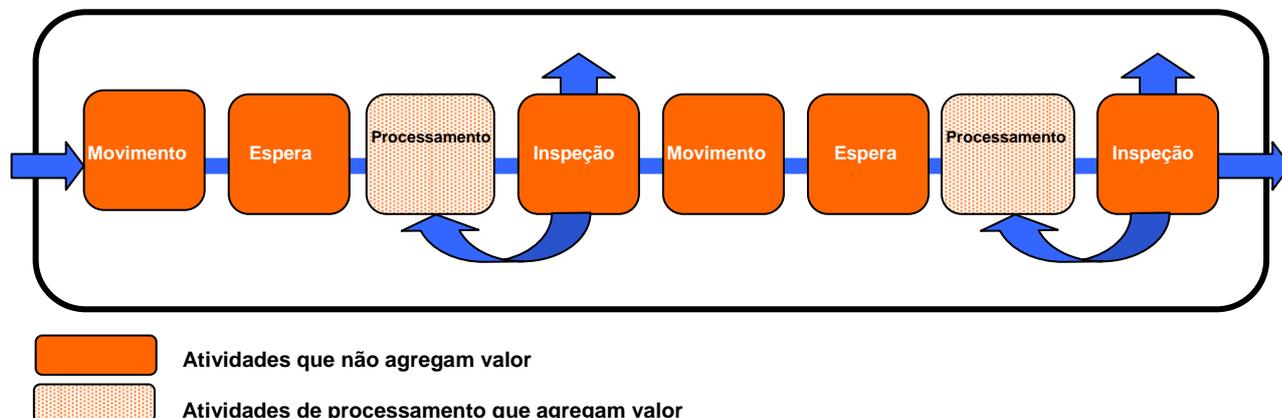


FIGURA 2.2 – Produção como um processo de fluxo: ilustração simplista.

FONTE: Koskela (1992)

Outro fator importante que diferencia ambos os modelos de produção é a geração de estoques, elemento bastante presente no modelo de transformação. Os estoques produzidos podem ser resultados de um fluxo não balanceado, da criação de *buffers* que funcionam para amortecer possíveis problemas que ocorram durante o processo de produção, como quebras de máquinas, ou ainda da criação de estoques de segurança. (SHINGO, 1996)

No mesmo contexto, além dos estoques, Shingo (1996) discute outro elemento indesejado gerado na produção: a perda. Aquelas atividades que não auxiliam nas operações podem ser classificadas como perdas, como por exemplo espera, acúmulo de peças, recarregamentos etc.

De acordo com Koskela (2000), é na natureza da produção que existe o desperdício: surgem defeitos, máquinas quebram, acidentes acontecem. Especialmente a variabilidade de todas as atividades de produção parece ser hereditária, assim como o erro humano. Caracteristicamente esta variabilidade é estatística por natureza, e normalmente pode ser atendida apenas com o monitoramento do sistema de produção por tempo suficiente.

Ao tratar da estrutura da produção, seu controle e sua natureza, é possível eliminar ou reduzir a quantidade de desperdício. Entretanto, este princípio não pode ser utilizado de maneira simplista. Algumas atividades que não agregam valor

produzem valor ao cliente interno, como planejamento, contabilidade e prevenção de acidentes. Tais atividades não deveriam ser eliminadas sem se considerar se teriam como resultado a geração de outras atividades que não agregam valor (KOSKELA, 2000).

As interdependências entre as atividades de produção podem ser capturadas e a otimização da sequência das atividades pode ser alcançada de uma maneira estrutural. A relação do cliente interno pode ser analisada como aquela do cliente externo; entretanto, deve-se lembrar que esta relação deve estar subordinada à consideração do cliente final em si, sendo que a existência e a lucratividade de um sistema de produção dependem diretamente da satisfação desse cliente (KOSKELA, 2000).

2.1.4 CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA *LEAN PRODUCTION*

Estudos demonstram que houve uma reestruturação produtiva acelerada nos últimos anos devida à crise do modelo capitalista, resultante do esgotamento do modelo fordista, que apresentava a rigidez no processo de produção. As perdas de produtividade levaram a pressões competitivas internacionais devidas à saturação dos mercados e ao crescimento econômico de outros países que não tinham expressão industrial até então (AMARAL, 2004).

A nova filosofia de produção, de acordo com Koskela (1992), também conhecida como *lean production*, teve suas idéias originadas na década de 50, no Japão. Também neste período, questões de qualidade foram buscadas pelos japoneses com o auxílio de consultores americanos. Essas idéias foram desenvolvidas e refinadas por engenheiros industriais, por meio de um processo de tentativa e erro. Os princípios básicos apresentados foram o uso de pequenos lotes de produção na busca da eliminação de estoques e desperdício, a redução de tempos de *setup*, maquinários semiautônomos, a cooperação com fornecedores, entre outras técnicas.

Segundo Womack *et al* (1990), o termo *lean* é adotado porque são utilizados menos recursos em comparação com a produção em massa, ou seja, metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço para a fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto e na metade do tempo. Ainda segundo os mesmos autores, os

produtores da *lean production* buscam sempre a perfeição; neste caso, reduzindo continuamente custos, buscando zero defeito, zero estoque e uma variedade de produtos infinita.

Devido ao fato desta nova filosofia de produção não apresentar histórico teórico e por ter sido desenvolvida originalmente no Japão, seu uso permaneceu restrito ao oriente por um longo período. No final da década de 70 surgiram os primeiros registros de literatura sobre o tema, abrindo as portas da nova linha de pensamento para o ocidente. Em seguida, na década de 90, tornou-se o enfoque de produção emergente mais praticado, mesmo que parcialmente, por grandes empresas americanas e europeias. Ocorreu também o início da aplicação de seus princípios em outras áreas além da manufatura industrial (KOSKELA, 1992).

A *lean production* combina as vantagens do processo artesanal com a produção em massa, enquanto evita as desvantagens do alto custo da produção artesanal e a rigidez da produção em massa. Ela trabalha otimizando o uso das habilidades da força de trabalho, dando aos trabalhadores mais de uma tarefa, integrando trabalhos diretos e indiretos e encorajando a realização de atividades para a melhoria contínua. Como resultado, a *lean production* pode produzir uma ampla variedade de produtos, a baixos custos e com alta qualidade, com menos recursos em cada entrada em comparação com a produção em massa tradicional (DANLBAAR, 1997).

De acordo com Baumhardt (2002), há uma grande diferença entre os objetivos finais da produção em massa e os da *lean production*. Os objetivos da produção em massa são limitados, enquanto que na *lean production* há uma busca constante pela perfeição, baseada na melhoria contínua e na redução de custos.

No sistema *lean* sempre há espaço para melhorias, que não estão presentes apenas em novas máquinas, mas em melhorias das movimentações manuais, novo leiaute ou novas economias no uso de materiais. A melhoria contínua (*kaizen*) se refere particularmente a melhorias que são sugeridas por trabalhadores individuais, assim como em reuniões de pequenos grupos de trabalhadores. Os trabalhadores não estão apenas envolvidos com a racionalização de seu próprio processo de trabalho, mas também são motivados pelo reconhecimento de suas capacidades (DANLBAAR, 1997). Uma resposta rápida aos problemas requer um maior esforço do trabalhador. A melhoria contínua depende fortemente da observação e da motivação diária da força de trabalho (KOSKELA, 1992).

Alguns autores apresentaram em seus estudos elementos importantes para o desenvolvimento de uso da *lean production*. Neste contexto, uma linha de pensamento bastante difundida, baseada no *lean thinking*, vem de Womack e Jones (2003), que apresentam os cinco princípios *lean* descritos a seguir:

1. especificar valor: o valor é criado pelo produtor, entretanto é definido apenas pelo cliente e apenas tem sentido quando é expresso por meio de um produto específico, seja ele um serviço, um bem ou ambos. O pensamento *lean* deve começar com uma tentativa consciente para definir precisamente valor em termo de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidos a um preço específico por meio do diálogo com clientes específicos;
2. identificar a cadeia de valor: a cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para um produto específico percorrer as tarefas de resolução de problemas, tarefas de gerenciamento de informação e a tarefa de transformação física. Nesta etapa podem ser encontrados três tipos de atividades: aquelas que realmente agregam valor ao produto; aquelas que não agregam valor diretamente, mas são necessárias para o processo de produção; e aquelas que além de não agregarem valor ao produto são desnecessárias;
3. fluxo: após identificar o valor e definir a cadeia de valor de um produto específico é necessário fazer com que as atividades que diretamente geram valor fluam;
4. puxar: o cliente puxa a produção. Para o *lean thinking*, produzir mais do que o necessário, criando estoques (superprodução), é a forma de desperdício mais combatida, inclusive por ser esta uma cultura largamente difundida pela produção em massa. *Lean production* significa produzir na quantidade certa, na hora certa, somente para atender à demanda;
5. perfeição: não há fim no processo de redução de esforços, tempo, espaço, custos e erros enquanto se oferece um produto que busca sempre ir ao encontro daquilo que o cliente deseja. Fazer com que o valor flua rapidamente pelo processo sempre expõe desperdícios escondidos na cadeia de valor. E quanto mais se puxar mais restrições no fluxo são reveladas para que possam ser removidas. A busca pela perfeição é um processo contínuo; quanto mais se analisa o fluxo de produção, mais melhorias é possível realizar.

O pensamento *lean* (*lean thinking*) cria maneiras de tornar o trabalho mais satisfatório, fornecendo uma resposta imediata aos esforços para converter

desperdício em valor, e também gera maneiras para criar novos trabalhos, ao invés de eliminar postos de trabalho em nome da eficiência (WOMACK E JONES, 2003).

Anteriormente aos cinco princípios propostos por Womack e Jones, Koskela (1992) apresentou onze princípios para auxiliar no projeto de processo de fluxo e nas melhorias. Vários destes princípios estão intimamente ligados, mas não no mesmo nível. Alguns são teoricamente mais fundamentados e outros estão voltados à aplicação prática. Os princípios são:

1. reduzir o número de atividades que não agregam valor: atividades que não agregam valor são dominantes na maioria dos processos. Há três causas principais para este problema: o desenho de organizações hierárquicas do processo gera um maior grau de especialização nos processos, aumentando as atividades que não agregam valor; a falta de conhecimento ao criar um processo de produção sem levar em conta a ordem das atividades; e a natureza da produção que faz com que haja atividades que não agregam valor;
2. aumentar o valor da saída considerando os requisitos do cliente: há dois tipos de cliente: o cliente final e o cliente da atividade posterior; neste caso o enfoque prático é criar um desenho de fluxo no qual o cliente é identificado em cada etapa do processo, e suas necessidades são analisadas;
3. reduzir variabilidade: processos de produção são variáveis; entretanto a variabilidade aumenta o número de atividades que não agregam valor e gera produtos não uniformes. O enfoque prático para diminuir a variabilidade é medir a variabilidade e eliminá-la em sua base. A utilização de processos padronizados reduz a variabilidade tanto nas atividades de conversão como nas de fluxo;
4. reduzir o tempo de ciclo: o tempo de ciclo é composto pelo tempo de processamento mais o tempo de inspeção mais o tempo de espera mais o tempo de movimentação. Por meio da compressão do tempo das atividades de inspeção, espera e movimentação é possível obter uma redução. A redução do tempo de ciclo também leva a uma entrega mais rápida do produto ao cliente, à redução da necessidade de previsão para demanda futura e auxilia o gerenciamento, devido à redução de número de pedidos a ser observada;
5. simplificar através da minimização do número de passos e partes: um sistema complexo apresenta custo superior, além de ser menos confiável do que sistemas simples. A simplificação pode ocorrer por meio da redução do número de componentes de um produto e do número de passos em um fluxo de materiais ou

informações. Também pode ocorrer por meio da redução de atividades que não agregam valor no processo e pela reconfiguração de partes e passos que agregam valor, e por mudanças organizacionais;

6. aumento da flexibilidade das saídas: pode ser alcançada por meio da redução do tamanho de lotes até praticamente se equivaler à demanda, reduzir a dificuldade de *setups* e mudanças, customizar o mais tarde possível e treinar trabalhadores em várias tarefas;

7. aumento da transparência do processo: a falta de transparência aumenta a propensão a erros, reduz sua visibilidade e diminui a motivação por melhorias. É importante tornar todo o processo transparente para facilitar controle e melhorias. Técnicas para a melhoria de transparência incluem tornar o processo diretamente visível por meio de leiaute e sinalizações, utilização de controles visuais, redução da interdependência de unidades de produção, estabelecimento da manutenção básica do processo, entre outras;

8. focar controle em todo o processo: há pelo menos dois pré-requisitos para focar controle no processo; primeiramente todo o processo deve ser medido; em segundo lugar deve haver um responsável pelo controle de todo o processo, podendo este ser um gerente responsável por processos funcionais cruzados ou utilizando equipes que se autodirigem para controlar seu próprio processo;

9. introduzir melhoria contínua ao processo: a redução do desperdício e o aumento de valor são atividades interativas e devem ser feitas continuamente. Há alguns métodos para institucionalizar a melhoria contínua, como a medição e o monitoramento das melhorias, o estabelecimento de metas esticadas, a atribuição de responsabilidade sobre as melhorias a todos os operários, o desafio constante na busca de melhores caminhos, e a ligação das melhorias ao controle. A meta é eliminar a raiz dos problemas ao invés de cooperar com seus efeitos;

10. balancear melhoria nos fluxos por meio de melhoria nas conversões: as melhorias nos fluxos estão intimamente ligadas às melhorias nas conversões. Fluxos melhorados requerem menos capacidade na conversão; fluxos mais controlados tornam a implantação de novas tecnologias de conversão mais fáceis e novas tecnologias de conversão podem gerar baixa variabilidade, beneficiando os fluxos. Entretanto, é indicado tratar das melhorias de fluxo antes da busca de melhorias nas atividades de conversão.

11. benchmark: o benchmark trata de uma pesquisa no mercado para buscar possibilidades de melhorias através do conhecimento das técnicas da concorrência. Para tal é necessário conhecer o processo; conhecer os líderes industriais ou concorrentes, descobrindo, compreendendo e comparando as melhores práticas; incorporar o melhor, copiando, modificando ou incorporando as melhores práticas nos próprios subprocessos; e atingir a superioridade combinando as forças existentes com as melhores práticas externas.

Outro trabalho com base nos conceitos de Koskela (1992) e de Womack e Jones (2003) foi desenvolvido por Picchi (2003), no qual são apresentados nove elementos fundamentais. Estes elementos fundamentais, apresentados no Quadro 2.1, a seguir, podem ser descritos como um detalhamento, desenvolvido para melhorar a compreensão das relações existentes entre as ferramentas e princípios do *lean thinking* (PICCHI, 2003).

Cinco princípios do <i>Lean Thinking</i> (WOMACK; JONES, 2003)	Elementos fundamentais	Onze princípios para desenho de processos (KOSKELA, 1992).	
		Nível 1	Nível 2
VALOR	Pacote produto/serviço de valor ampliado	Aumentar o valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos dos clientes	
	Redução de <i>lead times</i>	Reduzir o tempo de ciclo	
FLUXO DE VALOR	Alta agregação de valor na empresa estendida	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	<ul style="list-style-type: none"> - Simplificar através da redução de passos, parte e ligações - Focar o controle no processo global - Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões
FLUXO	Produto em fluxo		Reduzir a variabilidade
	Trabalho padronizado		Aumentar a transparência do processo
PUXAR	Produção e entrega <i>just-in-time</i>		
	Recursos flexíveis	Aumentar a flexibilidade de saída	
PERFEIÇÃO	Aprendizado rápido e sistematizado	Introduzir melhoria contínua no processo	Fazer <i>benchmark</i>
	Foco comum		

QUADRO 2.1 – Comparação entre os cinco princípios de Womack e Jones (2003) e elementos fundamentais adotados no trabalho de Picchi (2003) e os princípios de Koskela (1992).

FONTE: Picchi (2003)

O ponto inicial para a orientação produtiva na *lean production* é o cliente. O objetivo inicial de uma empresa é gerar lucro, e este lucro é obtido se a empresa conseguir atender àquilo que o cliente deseja, no momento certo e pelo preço que ele esteja disposto a pagar. Ao atuar desta maneira a empresa estabelece relações mais apuradas com o cliente, criando uma ligação duradoura (BAUMHARDT, 2002).

Segundo Ballard *et al.* (2001), geralmente aquilo que o cliente está disposto a pagar pelo produto é a medida de seu valor para este cliente; quanto maior o valor que ele tiver para o cliente, mais ele está disposto a pagar. A maximização do valor e a minimização do desperdício geram um grande lucro, que vem a ser a diferença entre o preço e o custo. Conseqüentemente, um produtor que busca lucro deve buscar aumentar o valor e reduzir o desperdício.

Outro fator importante na *lean production* é a equipe de trabalho dinâmica, que surge como o coração de uma indústria *lean*, segundo Womack *et al* (1990). Entretanto, para constituir estas equipes é necessário o treinamento de várias habilidades, possibilitando a rotação de trabalhadores para o desenvolvimento das tarefas, seguido pelo treinamento do trabalhador para habilidades adicionais, como reparos de máquinas, verificação de qualidade, organização, e a requisitar materiais. Outro fator importante é que o trabalho em equipe seja um sistema de informações simples, compreensíveis para os trabalhadores da linha. Desta maneira é possível que todos na planta respondam rapidamente a problemas e compreendam a situação geral da planta de produção (WOMACK *et al*, 1990).

A autonomia dos trabalhadores é uma importante característica do trabalho em equipe, com tarefas claras e completas, de forma que a equipe saiba qual sua contribuição para a organização. Uma equipe autogerenciada permite que haja uma realização simultânea das metas da equipe e da organização, respectivamente a qualidade da vida de trabalho e a qualidade da organização (HUMMELS E LEED, 2000). As equipes estão envolvidas na definição e na melhoria dos métodos de trabalho e nas padronizações; elas devem convencer o gerenciamento e os engenheiros que estes métodos são realmente ótimos (HUMMELS E LEED, 2000).

2.2 CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1 CENÁRIO ATUAL

“Construção é um processo não documentado, que acontece como uma inter-relação entre um cliente complexo e dinâmico e um sistema de produção complexo e dinâmico em uma disposição de produção temporária” (BERTELSEN, 2004).

Segundo Koskela (2000), em contraste com a maioria das produções industriais, a produção artesanal prevaleceu amplamente na construção na primeira metade do século XX, e persistiu até a segunda metade do século. A evolução da construção não foi similar à da manufatura, na qual a produtividade aumentou durante o século XX devido às mudanças nos modelos de produção.

A organização do projeto de construção é normalmente uma organização temporária, projetada e montada com o fim de desenvolver um projeto particular. Esta organização é constituída por diferentes companhias e escritórios de projeto, que não necessariamente tenham trabalhado juntos antes, e que estão ligados ao projeto por meio de diversos acordos contratuais. A natureza temporária da organização se estende à força de trabalho, que pode ser contratada para um projeto em particular, ao invés de permanentemente. Esta característica reflete a natureza única de um produto construído: várias alternativas de produto podem ser utilizadas, cada uma requerendo um especialista para projeto e para instalação (KOSKELA, 2000).

Há uma diferença na percepção do cliente entre a construção e a manufatura, de acordo com Bertelsen (2004). Na manufatura é possível determinar os parâmetros de valor do mercado e desenvolver os produtos de acordo com eles. Porém na construção não há um cliente específico: seus produtos têm importância para várias partes, o cliente é representativo de um número de interesses em diferentes perspectivas de tempo, como por exemplo o dono, os usuários e o restante da comunidade que tem que conviver com o produto, a rua etc.

Ao analisar a evolução da construção na prática e na teoria, Koskela (2000) conclui que o conceito de transformação foi, e ainda é, o sustentamento teórico da construção, sendo em consequência, teoricamente, um de seus problemas. Entretanto, parece que os métodos baseados no conceito de transformação nunca tiveram sucesso e nunca penetraram completamente na construção. Ao contrário, os

modos informais de gerenciamento e organização, características da produção artesanal, ainda podem ser claramente observados nos dias de hoje.

A indústria baseada no modelo tradicional de produção, segundo Baumhardt (2002), é visto com uma indústria com processos obsoletos, improdutivos e geradores de desperdício; estas características também podem ser encontradas na indústria da construção civil. Vários são os fatores que levam a estas características, como a necessidade para a produção de uma grande variedade de materiais provenientes de diversas fontes, e do uso de mão-de-obra muitas vezes sem treinamento, improvisada e com baixo nível tecnológico e cultural.

É possível perceber, segundo Branco (2004), que a construção civil apresenta uma relação interna e externa entre seus componentes bem mais complexa do que o pressuposto pelas técnicas de gestão tradicionais. Os processos da construção civil, especialmente na área de edificações, estão sendo vistos com maior responsabilidade por parte das empresas envolvidas. Nota-se uma preocupação dos profissionais e empresários em buscar novas formas de ação que os torne mais competitivos.

O Quadro 2.4 a seguir, apresenta um apanhado geral das principais características da construção que podem levar ao desperdício:

Peculiaridades	Descrição	Desperdícios possíveis
Projeto	Falta de interação entre projeto e construção; carência de detalhamento técnico construtivo.	Produtos com defeitos ou pouca especificação do valor para o cliente final e interno (retrabalhos) etc.
Canteiro de obras	Falta de planejamento do leiaute; mudanças de leiaute.	Tempo de espera; transportes e movimentos desnecessários etc.
Organização da produção	Estrutura de ofícios; fragmentação das atividades; responsabilidades dispersas; falta de treinamento dos operários; falta de planejamento das atividades.	Produtos com defeitos (retrabalho); tempo de espera (atrasos); estoques; superprodução; desperdícios do processo etc.
Métodos produtivos	Produção artesanal; alta variabilidade; baixa produtividade; baixa qualidade etc.	Produtos defeituosos (retrabalho); espera; movimentos desnecessários etc.

QUADRO 2.2 – Peculiaridades da construção e os desperdícios

FONTE: Pasqualini (2005)

A construção ocorre normalmente em um canteiro final onde o produto será construído, apesar de ser caracterizado como canteiro de obras, uma característica presente apenas em algumas outras indústrias, como mineração e agricultura. Na

construção, o conceito de canteiro de obras se refere na verdade a um grupo de características que aumentam a incerteza e a complexidade da construção em comparação a outros modelos de produção. (KOSKELA, 2000)

Bertelsen (2004) também discute o tema, dizendo que a maioria dos canteiros de obra não apresenta uma área ampla para armazenamento e, quando existente, seu uso eleva os custos de transporte interno. Este tipo de gerenciamento de fluxo é bastante complicado de ser gerenciado devido à dinâmica do fluxo de trabalho.

A construção trabalha com base em cronogramas, e a princípio com um cronograma bem estruturado; com equipes que trabalham de acordo com este cronograma deveria ser atingido um desempenho máximo na construção. Entretanto, raramente projetos ocorrem desta maneira. Vários percalços ocorrem ao longo do processo que podem afetar a programação proposta. Caso haja muitas folgas no cronograma, as datas finais são mantidas, mas em situações com menos folgas há uma pressão para que as equipes acelerem a produção (BALLARD E HOWELL, 1995).

A incerteza é um elemento bastante presente na construção, feita como um processo de desenvolvimento de produtos. O objetivo deste processo é identificar e resolver as relações entre meios e fins, desde o desenvolvimento do projeto até a fase da construção. Sendo assim, a construção é um diferente tipo de produção em comparação com a manufatura, na qual há maior incerteza e variação do fluxo (BALLARD E HOWELL, 1995).

As pessoas responsáveis pela execução atuam na obra como bombeiros, apagando diariamente os incêndios que aparecem. Estes profissionais quase nunca estão envolvidos com planejamento, verificações ou reprogramações, apesar de serem os gerenciadores efetivos da obra (BAUMHARDT, 2002).

O gerenciamento da obra geralmente utiliza *buffers* de tempo ou de estoques para evitar a interferência direta entre os processos, o que leva a uma redução da transparência, pois é evitado um contato direto entre as diferentes equipes da produção. Isto pode gerar uma perda na compreensão do sistema de produção como um todo (FORMOSO *et al.*, 2001).

Ao se trabalhar com a construção, os envolvidos estão acostumados a verificar a utilização de recursos, deixando de lado outros itens envolvidos no processo, como o fluxo de trabalho. Podem ser citados alguns itens importantes

praticamente invisíveis a olhos não treinados para a análise de fluxos: compreender os diversos tipos de *buffers*, escolher o tipo certo de *buffer* para uma situação específica, localizar e dimensionar estes *buffers* para realizar a tarefa de absorver a variabilidade etc. Uma das razões que leva a esta falta de visão é a incapacidade dos participantes individuais do projeto em visualizarem o projeto como um todo. Como consequência, muitas vezes são buscadas melhorias no desempenho individual das operações e não na melhoria no desempenho do projeto. Trabalhando com o especialista, mas não com o fluxo entre os especialistas (BALLARD E HOWELL, 2004).

Segundo Bertelsen (2004), um projeto de construção deve ser visto como um processo de aprendizagem, no qual as equipes e a organização como um todo estão continuamente aprendendo sobre o objeto, o processo e os objetivos, e também aprendendo uns sobre os outros. O gerenciamento de operações deveria focar no gerenciamento de fluxo e no gerenciamento da cooperação e aprendizagem.

Grande parte das empresas que buscam desenvolver seu processo de produção para obter maior produtividade, redução de desperdícios e melhoria da qualidade, tem uma preocupação em equacionar o custo e a qualidade dos empreendimentos. Contudo, a alteração das características atuais do processo de produção de edifícios representa um grande desafio para estas empresas (BRANCO, 2004).

2.2.2 EMPRESAS E OBRAS DE PEQUENO PORTE

Em seu trabalho, Barros Neto (1999), apresenta algumas características presentes em micro e pequenas empresas:

- pequenas organizações por vezes tornam-se paternalistas e autocráticas, levando a uma grande dependência dos liderados e mantendo desta maneira o poder nas mãos dos líderes; desta maneira, os liderados não têm o poder de tomar decisões nem o treinamento para isto, tornando-se apenas executores daquilo que é definido pelos líderes;
- a administração e a propriedade são normalmente exercidas pelo proprietário, fazendo com que suas características pessoais, expectativas, desejos e ambições passem diretamente para o negócio, influenciando os objetivos a serem perseguidos e as estratégias a serem adotadas;

- a administração é geralmente feita dentro de uma estrutura familiar, na qual proprietários e seus parentes são responsáveis pelas atividades administrativas; neste caso, muitas vezes, estas pessoas não têm conhecimentos administrativos; no caso da construção civil, por exemplo, muitas vezes os proprietários são engenheiros civis, que aprendem a gerenciar a empresa com a prática de anos de trabalho;
- culturalmente no Brasil decisões são tomadas visando a sobrevivência por meio de ações criativas de curto prazo; sendo assim, o horizonte das pequenas empresas não é amplo, fazendo com que elas trabalhem defensivamente, observando o que acontece no ambiente e apresentando uma estratégia seguidora.

Entretanto, no caso destas empresas há ainda algumas características que são benéficas, conforme argumentado pelo mesmo autor:

- pequenas empresas são enxutas e apresentam boa mobilidade e fácil gestão, com um fluxo de informações informal rápido e direto, baixa burocratização, além de um fluxo de trabalho flexível devido a uma baixa especialização;
- há uma maior afinidade com o chefe, pois o poder do líder é baseado no carisma;
- as empresas adquirem uma flexibilidade para se adaptarem rapidamente e de maneira ágil a novas situações;
- pequenas empresas de construção trabalham em um ambiente simples e com poucos conflitos internos, apresentando um ambiente dinâmico.

As características favoráveis apresentadas também podem agir de maneira negativa para estas empresas, de acordo com Barros Neto (1999). No caso da liderança, por vezes a distribuição de poderes pode ocorrer com base na afinidade com o chefe, e não baseada em méritos. A flexibilidade se dá devido a uma falta de planejamento de longo prazo; o chefe apresenta dificuldades em realizar mudanças estruturais devido a percepções baseadas em experiências passadas. E por fim, em um ambiente dinâmico, apesar de haver a necessidade de uma busca incessante por informações, normalmente isto não ocorre, pois a tomada de decisões se concentra em apenas uma pessoa, o chefe.

Dentro do contexto de micro e pequenas empresas se enquadram vários tipos de obras, desde obras industriais até obras de pequeno porte e obras de curta duração.

Segundo Souza e Silva e Felizardo (2007), várias peculiaridades do setor da construção civil devem ser levadas em consideração em análises de planejamento e programação; dentre elas há a instabilidade dos níveis hierárquicos inferiores. Obras de curto prazo são exemplos desta característica, e uma ferramenta existente para lidar com esta instabilidade é o planejamento de curto prazo.

Em seu trabalho, Souza e Silva e Felizardo (2007) concluem que obras de pequeno porte apresentam erros e falhas, pois há uma falta de procedimentos de orientação adequados, como projeto, planejamento e controle. Contudo, o acompanhamento apropriado da obra é um facilitador no processo de tomada de decisões, além de possibilitar a realização de um planejamento do processo, reduzindo as incertezas e os riscos de insatisfação ao final do processo.

2.2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA

Os vários problemas da construção levaram ao desenvolvimento de esforços na busca por melhorias, de acordo com Koskela (1992). Esses esforços incluem industrialização e mecanização, tentativas de mudar relações contratuais e organizacionais, computação integrada e automação na construção, qualidade e, recentemente, a *lean production* (KOSKELA, 2000).

Os novos desenvolvimentos do século XX penetraram na natureza da construção. Houve uma difusão de idéias de gerenciamento científico e produção em massa na construção, o que levou à introdução de um gerenciamento centralizado e formalizado e à pré-fabricação. Devido a novos materiais e à pré-fabricação, os requisitos de operação foram reduzidos (KOSKELA, 2000).

A partir da década de 80 é registrada no setor da construção civil uma tendência para a aplicação de ferramentas de Gestão da Qualidade Total. Este sistema surgiu para melhorar os processos produtivos, mas interage principalmente com as necessidades parciais de uma empresa, não atuando diretamente na eficiência do sistema de produção (REIS, 2004).

O primeiro trabalho a tratar da Nova Filosofia de Produção na construção foi apresentado por Koskela (1992), seguido por significantes contribuições que foram e continuam sendo feitas pelo *International Group for Lean Construction* (IGLC) para a formulação de um embasamento teórico da construção enxuta através da abstração

de conceitos chaves da *lean production* e de sua aplicação a processos de gerenciamento de construção (SALEM *et al*, 2005).

A partir de 1993 o termo *lean construction* (construção enxuta) começou a ser usado pelo IGLC, devido à aplicação de táticas do inovador sistema do *lean production* no setor da construção civil (KOSKELA, 2004).

Dentro deste contexto, na busca de melhorias do sistema de produção e planejamento para a construção civil surgiu a construção enxuta. Koskela (2000) explica que enquanto os conceitos tradicionais do sistema de produção da construção apresentam um único objetivo final, a entrega do produto, a construção enxuta tem seus conceitos voltados a três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício.

Mesmo parecendo que a construção enxuta seja relativamente nova na indústria, acredita-se que algumas técnicas utilizadas por construtoras possam conter elementos dos princípios *lean* durante as operações, de uma maneira ou de outra (FANG *et al*, 2005).

A construção enxuta significa ir além do método tradicional de enxergar os projetos como mera transformação, incluindo fluxo de geração de valor. A nova teoria de projeto deve incluir tempo, variabilidade e satisfação do cliente como variáveis importantes para o processo de tomada de decisões. Como resultado, o planejamento, a execução e o controle de projetos deverá mudar (SOLOMON, 2004).

O desperdício inerente à construção é criado por retrabalhos devidos a problemas de projeto ou erros de construção e a atividades que não agregam valor nos fluxos de material e trabalho, tais como esperas, movimentação, inspeção, atividades duplicadas e acidentes (KOSKELA, 1992).

A análise de desperdícios apresentadas por Ohno foi criada com base na análise da manufatura, em que operações que não geram valor podem ser identificadas e eliminadas. Contudo, em sistemas imprevisíveis como a construção há uma maior dificuldade em identificar quais operações são desperdícios; talvez seja possível perceber depois que a atividade ocorreu, mas devido à complexidade é possível que em uma próxima vez o sistema se comporte de maneira distinta (BERTELSEN, 2004).

Ainda segundo o mesmo autor, pode-se dizer que os sete tipos de desperdícios em um sistema ordenado são reais, e é possível reconhecer que eles

muitas vezes estão presentes na construção. Conseqüentemente deve haver um esforço para que eles sejam minimizados, não apenas por meio de sua eliminação, mas também pela sua redução, através do aumento da ordem na situação atual.

Além da característica chave da construção enxuta originalmente apresentada e amplamente conhecida e discutida, a redução de desperdícios, também existem fatores de grande importância que merecem ser estudados mais a fundo: os princípios de gerenciamento de projetos e a maximização do valor para o cliente (BERTELSEN, 2004).

Segundo Santos e Farias Filho (1998), se o que foi produzido não interessar e satisfizer o cliente, a produção passa a não ter propósito algum. É necessária a existência de um elo entre a produção e o cliente.

Na comunidade da construção enxuta atualmente parece haver a compreensão da complexidade da indústria e da dependência mútua de seus participantes. Novas idéias, apresentadas na Figura 2.3, a seguir, foram incorporadas ao desenvolvimento e à aplicação de suas técnicas e de aspectos humanos da construção enxuta (JOHANSEN E WALTER, 2007).



FIGURA 2.3 – Estrutura conceitual da construção enxuta

FONTE: A autora, adaptada de Johansen e Walter (2007)

Ao utilizar a filosofia da construção enxuta uma empresa transfere o máximo de tarefas e responsabilidades para os operários, as pessoas que realmente agregam valor ao produto (SANTOS E FARIAS FILHO, 1998).

O controle é visto como a detenção da variação depois-do-fato pelos tradicionalistas, enquanto os defensores da construção enxuta veem controle como a observação ativa do sistema de produção em busca de seus objetivos. Outra visão apresentada pelos tradicionalistas é que se cada parte do trabalho for realizada o mais rapidamente possível o projeto total será finalizado o mais rapidamente possível; entretanto esta afirmação assume o fato equivocado de que as partes do trabalho são independentes (BALLARD E HOWELL, 2004).

A maioria dos estudos de implantação da *lean*, de acordo com Johansen e Walter (2007), demonstra o potencial de melhorias por meio da aprendizagem. Igualmente são expostos obstáculos estruturais e culturais no encorajamento de pessoas a adotar conceitos *lean*. A mudança de tradições e comportamento, entretanto, parece ser uma condição prévia necessária para a implantação da construção enxuta.

O *lean thinking* é bastante amplo e o setor de construção civil é bastante complexo e diversificado; sendo assim há um grande potencial para a aplicação deste conceito. Pode-se dizer também que há diversas oportunidades de aplicação não exploradas até o momento (PICCHI, 2003).

2.2.4 ESTUDOS DE IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Estudos recentes têm sido desenvolvidos com o intuito de facilitar a implantação dos conceitos da construção enxuta no campo de trabalho, como Bernardes (2001), Solomon (2004), Reis (2004), e Salem *et al* (2005). Nesses estudos, soluções foram propostas para auxiliar nesta implantação.

A mudança na forma de pensar das pessoas envolvidas com o processo de implantação é um desafio no projeto de implantação. Para eliminar esta barreira são necessárias aulas de treinamento voltadas à mudança de atitudes, encorajando o trabalhador a se envolver e premiando melhorias reais. A falta de familiaridade ou a falta de entendimento dos conceitos *lean* são grandes barreiras. Contudo, isto pode ser alterado através do treinamento e do reconhecimento da mudança de comportamento (SALEM *et al*, 2005).

Para o bom funcionamento do processo é necessário que haja transparência, sendo os fluxos de trabalho visíveis e compreensíveis do começo ao final. Desta maneira, o trabalhador não apenas se conscientiza de como as atividades devem ser realizadas, mas também compreende a importância de todo o processo, o que torna mais facilitada a sua aplicação na obra (KRÜGER *et al*, 2005).

De acordo com Salem *et al* (2005), há uma grande importância na troca constante de informações entre as partes envolvidas em um projeto. Em seu estudo de implantação de ferramentas *lean* em uma obra de construção, foi realizada uma técnica de reuniões diárias, na forma de uma reunião breve no começo do dia. Nestas reuniões os membros da equipe apresentavam rapidamente um posicionamento de onde eles estavam trabalhando, e quais eram as dificuldades e os problemas encontrados (SALEM *et al*, 2005).

O desenho de um leiaute de materiais também tem um importante papel: auxilia na identificação dos locais de materiais, equipamentos e acessos, o que leva à redução de desperdícios, como por exemplo o tempo que é levado para encontrar o material e os tempos de espera. Este esforço faz parte da padronização do canteiro de obras (SALEM *et al*, 2005).

Tempo, cronograma e coordenação de trabalhos pré-requisitados são fatores chaves. São eles que levam as atividades a não serem realizadas em tempo. Com eles a produtividade pode ser melhorada sem investimentos adicionais, colocando os materiais mais perto de seu local de operação, por exemplo (SALEM *et al*, 2005).

Em seu trabalho, Bernardes (2001), apresenta também a importância do uso de ferramentas de planejamento, em seus diferentes níveis gerenciais, sendo que a análise do planejamento de médio e curto prazo auxilia na identificação dos ritmos de produção de uma obra. O que permite uma tomada de decisões para o cumprimento dos prazos estabelecidos no planejamento de longo prazo.

Mesmo com a construção enxuta ainda estando em desenvolvimento, várias práticas foram propostas, testadas e implementadas. Para sair da *lean production* para a construção enxuta pesquisadores e praticantes tentaram identificar as semelhanças e diferenças entre cada um dos contextos e desenvolver um grupo de práticas mais adequadas (SOLOMON, 2004).

Solomon (2004) apresenta a construção enxuta em três níveis distintos, esquematizados no Quadro 2.5, a seguir. No nível 1, a construção enxuta adaptou técnicas da manufatura para a construção. Cartões *kanban* são utilizados para

materiais de construção, puxados a pedido do cliente. Neste caso, a extensão e o escopo das técnicas são bastante similares às técnicas da manufatura. No nível 2, a construção enxuta expande o escopo das técnicas da *lean production*, de inspeção visual de partes com defeitos, para a visualização de materiais e fluxos de trabalho. Na construção não existem células de trabalho físicas fixas, mas virtuais ao longo da área de trabalho, aumentando a necessidade de controles visuais sobre fluxos de trabalho e materiais. No nível 3, a construção enxuta trouxe novas técnicas ao seu contexto único. O *Last Planner* pode ser visto como uma combinação da regularização da produção com o sistema *kanban*. A regularização da produção prepara a sequência do produto que é dirigida por cartões *kanban*. O *lookahead* e o plano de trabalho semanal informam os subcontratados da atividade a ser realizada, funcionando como os cartões *kanban* na manufatura. As condições planejadas para o ambiente de trabalho vão além da maioria das práticas *lean*.

Nível	Técnicas de construção enxuta	Metas	Técnicas de <i>lean production</i> relacionadas
I	Cartões de materiais <i>kanban</i>	- Redução de estoques no canteiro - Puxar materiais de acordo com pedidos (no sentido contrário)	Sistema <i>kanban</i>
II	- Aumentar a visualização - Segurança contra falhas - Área de trabalho visível	Aumentar o fluxo de trabalho por meio da prevenção de defeitos	- Inspeção visual (dispositivos <i>poka-yoke</i>) - 5S - Leiaute multifuncional
	Ferramentas de gerenciamento da qualidade	Aumentar o fluxo de trabalho por meio de garantia de práticas da qualidade	Sistema de gerenciamento da qualidade e produtividade (TQM)
	Engenharia de projeto simultânea	- Reduzir o tempo de ciclo - Otimizar recursos	- Operações padrão - Trocas rápidas de maquinários
III	<i>Last Planner</i>	- Puxar a atividade por meio de cronograma reverso - Otimizar recursos a longo prazo	- Sistema <i>kanban</i> - Nivelamento de produção
	Planejamento de condições do ambiente de trabalho	Aumentar o fluxo de trabalho por meio de práticas de segurança	Verificação Toyota da linha de montagem

QUADRO 2.3 – Comparação de técnicas *lean*

FONTE: Solomon (2004)

Conforme descrito no trabalho de Salem *et al* (2005), a construção enxuta ainda está em uma fase inicial de desenvolvimento. Ferramentas como o *Last Planner*[®] foram testadas em campo e refinadas ao longo da década passada.

Entretanto, ferramentas como visualização, reuniões diárias e 5S ainda não foram extensivamente testadas e procedimentos concretos para a sua implantação ainda estão sendo desenvolvidos.

A seguir serão apresentadas algumas ferramentas da construção enxuta que podem ser utilizadas para implantação em obras de construção.

2.2.5 PLANEJAMENTO

O melhor planejamento melhora a produtividade por meio da redução de atrasos, da realização do trabalho na melhor sequência construtiva, combinando a força de trabalho com o trabalho disponível, coordenando atividades polivalentes interdependentes, entre outras. Uma das atitudes mais efetivas para a melhoria da produtividade é a melhoria do planejamento. Entretanto, alguns obstáculos são encontrados na indústria da construção (BALLARD, 1994):

- o gerenciamento tem o foco voltado ao controle e deixa de lado as inovações;
- o planejamento não é criado como um sistema, mas é compreendido em termos de habilidades e talentos de quem faz o planejamento;
- o planejamento feito é voltado ao cronograma, havendo a negligência do planejamento de equipes;
- o desempenho do sistema de planejamento não é medido;
- falhas de planejamento não são analisadas para identificação e resolução da origem de suas causas.

O planejamento deve incluir organização, ou seja, sair de uma posição unicamente de alocação de tarefas para a estruturação de um ambiente adequado para a ação humana. A execução deve ser um canal de mão dupla, que atinja metas por meio do comprometimento. O gerenciamento de controle deve sair da auditoria para a busca de causas em tempo suficiente para a prevenção de problemas futuros (SOLOMON, 2004).

Segundo Bernardes (2001) o modelo de planejamento e controle de produção é apresentado nas dimensões vertical e horizontal. Na dimensão vertical, trata das etapas em que o planejamento e o controle ocorrem. Em uma dimensão horizontal o planejamento está vinculado aos diferentes níveis gerenciais de uma organização.

Bernardes (2001) apresenta a seguir, com base no trabalho de vários autores, os diferentes níveis de planejamento baseados nos níveis gerenciais:

- planejamento de longo prazo: devido à incerteza no ambiente da construção, este modelo de planejamento apresenta um baixo grau de detalhamento de atividades;
- planejamento de médio prazo: também conhecido como planejamento tático ou *lookahead planning*, vincula as atividades estabelecidas no planejamento de longo prazo às atividades do planejamento de curto prazo;
- planejamento de curto prazo: também conhecido como planejamento operacional, apresenta as tarefas a serem realizadas e suas respectivas equipes; o prazo em que o planejamento é realizado pode ser diário, semanal ou quinzenal. Uma ferramenta utilizada para este nível de planejamento é o *Last Planner*.

2.2.6 LAST PLANNER

Geralmente, segundo Ballard (1994), os sistemas de planejamento no nível de equipes falham ao direcionar a função de planejamento real, como simplesmente focar nas atividades a serem realizadas nas próximas duas semanas segundo o cronograma; ou ao assumir que o objetivo do planejamento de equipes é simplesmente pensar adiante, falhando no fornecimento de critérios para as saídas do processo de planejamento.

Representando partes das atividades menores e mais simples, o projeto e a construção requerem planejamento e controle feitos por pessoas diferentes em uma organização, e em momentos diferentes do ciclo de vida de um projeto. O alto planejamento em uma organização tende a focar em objetivos globais e restrições, gerenciando todo o projeto. Estes objetivos levam a um processo de planejamento em níveis inferiores, que especificam os meios de atingir os objetivos. Em um último momento, alguém (indivíduo ou grupo) decide qual trabalho específico será realizado no dia seguinte. Este planejamento é chamado de tarefas, e este indivíduo ou grupo se chama *Last Planner* (BALLARD, 2000).

O *Last Planner* é a pessoa ou grupo responsável pelo planejamento operacional, estruturando o projeto do produto para facilitar a melhoria do fluxo de trabalho e o controle de unidades de produção. No sistema *Last Planner* a

sequência de implantação prepara uma estrutura de planejamento de cronograma eficiente (SALEM *et al*, 2005).

De acordo com Ballard (1994), o *Last Planner* decide quais as tarefas a serem realizadas, ou seja, qual o trabalho específico a ser realizado no dia de amanhã. Ele é único, pois leva diretamente ao trabalho a ser realizado ao invés da produção de outros planos, conforme representado na Figura 2.4, a seguir:



FIGURA 2.4 – Sistema de planejamento do *Last Planner*

FONTE: Adaptada de Ballard (1994)

Falhas ao controlar, de maneira pró-ativa, a produção em nível unitário, aumentam a incerteza e privam os trabalhadores do planejamento com uma ferramenta que molda o futuro, de acordo com Ballard (2000). O que é necessário é mudar o foco do controle, dos trabalhadores para o fluxo de trabalho que reúne as atividades. O sistema de controle de produção *Last Planner* é uma filosofia que apresenta regras, procedimentos e um grupo de ferramentas que facilitam a implantação destes procedimentos. Ao se tratar dos procedimentos, o sistema tem dois componentes: o controle da unidade de produção e controle de fluxo de trabalho.

Segundo Salem *et al* (2005), o importante papel do *Last Planner* é substituir o planejamento otimizado pelo planejamento realista, avaliando o desempenho dos trabalhadores, com a confiança na sua capacidade de respeitar seus compromissos. Os objetivos do *Last Planner*[®] são puxar as atividades pelo cronograma de fase reversa, por meio de uma equipe de planejamento, e otimizar recursos no longo prazo.

Segundo Ballard (2000), o *Last Planner*[®] pode ser compreendido como um mecanismo para transformar o que deveria ser feito no que pode ser feito, formando

um inventário de trabalho pronto, de onde o planejamento de trabalho semanal pode ser feito. Incluir tarefas neste planejamento semanal significa comprometer-se com o que será realmente feito.

Uma importante ferramenta existente no *Last Planner* é o percentual de produção concluída (PPC). Ballard (1994) apresenta o PPC como o número de atividades planejadas e completas, dividido pelo número de atividades planejadas, expresso em porcentagem, ou seja:

$$\text{PPC} = \frac{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS E COMPLETAS}}{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS}}$$

A quantidade de atividades que os supervisores de equipes se comprometeram a fazer, comparada com o que foi realmente feito, é medida pelo PPC. A análise das inconformidades pode levar à raiz das causas, de forma que melhorias possam ser feitas em atividades futuras. Apesar dos problemas serem encontrados no nível do *Last Planner*, as causas destes problemas podem ser encontradas em qualquer um dos níveis de planejamento (BALLARD, 1994).

O PPC se torna o padrão sobre o qual o controle é exercido no nível de produção unitário, sendo derivado de um grupo de diretivas extremamente complexas: cronogramas de projeto, estratégias de execução, taxas unitárias de orçamento etc. Em termos de qualidade do planejamento, quanto maior for o PPC mais trabalho foi realizado de maneira correta com os recursos disponíveis (BALLARD, 2000).

Com o uso do PPC é possível identificar problemas no sistema de produção, e conseqüentemente, com o uso dos cinco porquês, as causas destes problemas também podem ser encontradas. Dentro desta linha de pensamento, Ballard (1994), ensina que a primeira ação a ser tomada ao encontrar problemas é identificar as razões pelas quais o planejado não foi executado.

2.2.7 LOOKAHEAD

O sistema de planejamento *lookahead* trabalha com o controle de fluxo do projeto, dos suprimentos e da instalação através das unidades de produção; neste

planejamento as atividades que devem ser feitas em médio prazo são identificadas e destacadas, de maneira que as restrições e os problemas futuros possam ser trabalhados para possibilitar a realização da tarefa. Estas funções trabalham por meio de processos específicos, incluindo a definição da atividade, a análise de restrições, puxando o trabalho para unidades de produção e combinando carregamento e capacidade (BALLARD, 2000).

De acordo com Bernardes (2001), com o *lookahead* é possível analisar os fluxos de trabalho, de maneira que seu sequenciamento permita a redução de atividades que não agregam valor no processo de produção.

Estes processos, segundo Ballard (2000), trabalham com as seguintes funções: moldar a sequência do fluxo e a taxa de trabalho; combinar o fluxo de trabalho com a capacidade; decompor o cronograma geral de atividades em pacotes de trabalho e operações; desenvolver métodos detalhados para executar o trabalho; manter atividades executáveis (mas não prioritárias) prontas para serem executadas; atualizar e revisar o cronograma de nível geral de acordo com a necessidade.

As tarefas em potencial entram no *lookahead* em uma janela de seis semanas à frente no cronograma de execução, e então são movidas para frente a cada semana no pacote de atividades a serem trabalhadas, indicando que todas as restrições foram retiradas e que elas estão em uma sequência própria para execução (BALLARD, 2000).

Bulhões e Formoso (2004) ainda explicam que ao remover as restrições dos lotes de produção é possível que estas atividades sejam passadas para o *Last Planner*. Com base na disponibilidade dos recursos e das restrições existentes pode ser necessário ajudar o planejamento, como por exemplo mudar o sequenciamento dos processos e alterar a configuração de pacotes de trabalho.

2.2.8 5S

Segundo Solomon (2004), o 5S é uma ferramenta que mantém a casa em ordem, organiza os materiais de forma padronizada, de maneira que tudo tenha um lugar e que tudo esteja no lugar. Os 5S são apresentados abaixo:

- 1) seiri (senso de utilização);
- 2) seiton (senso de organização);

- 3) seiso (senso de limpeza);
- 4) seiketsu (senso de saúde);
- 5) shitsuke (senso de autodisciplina).

O programa 5S foi utilizado no Japão após a Segunda Guerra Mundial; neste contexto o país encontrava-se totalmente desorganizado. Segundo Valverde e Cintra (2006), o programa mostrou ser bastante eficaz na reorganização das empresas que buscavam melhorar a qualidade de seus produtos e na reorganização da economia japonesa. Além destas melhorias, vários outros benefícios puderam ser observados no uso do 5S, como a otimização de espaços, a redução dos tempos improdutivos, o aumento da vida útil de materiais e a redução do risco de acidentes.

Segundo Gonzalez (2002) a implantação do 5S deve ser iniciada pelos três primeiros sentidos, possibilitando uma melhoria de 50%. Sua implantação é fácil de começar, entretanto é difícil de manter. Sua manutenção exige a mudança na cultura pessoal para que se possa atingir a autodisciplina.

2.2.8.1 SEIRI

O seiri, conhecido em português como senso de utilização, diz que é necessário separar ferramentas e partes necessárias das não utilizadas, e remover itens desnecessários para limpar a área (SOLOMON, 2004). Deve permanecer no local de trabalho apenas o que é estritamente necessário. Não devem ser mantidos estoques, e o que não está sendo utilizado deve ser destinado a um local adequado. Ao aprender a diferenciar o que é necessário do que é desnecessário, é possível focar apenas naquilo que é preciso para a realização de um trabalho (VALVERDE E CINTRA, 2006).

2.2.8.2 SEITON

O seiton é conhecido em português como senso de organização, e significa arrumar de maneira organizada e identificar ferramentas e partes, e separá-las e etiquetá-las de acordo com sua especificação (SOLOMON, 2004). O senso trata da colocação de objetos da maneira correta para que possam ser utilizados

prontamente (baseado na frequência de utilização). Algumas medidas podem ser adotadas para a prática deste senso (VALVERDE E CINTRA, 2006):

- uso de rótulos, símbolos e cores vivas para identificação;
- exposição visual de itens críticos, como tomadas e máquinas;
- definição de locais específicos para tipos diferentes de objetos, bem como a maneira de armazená-los;
- padronização de nomenclaturas;
- hábito de guardar objetos no local correto após sua utilização.

2.2.8.3 SEISO

O seiso é conhecido em português como senso de limpeza, e significa limpar e inspecionar. Uma área de produção deve ser organizada e limpa no final de cada turno de trabalho, e isto deve tomar menos de dez minutos (SOLOMON, 2004). O lixo e a sujeira são eliminados por meio da identificação e da eliminação de suas fontes em um processo de inspeção. Sua implantação busca trazer um local de trabalho limpo e agradável, tornando mais fácil descobrir falhas e defeitos no trabalho (VALVERDE E CINTRA, 2006).

O primeiro passo para a implantação deste senso é a conscientização sobre a importância e os benefícios da limpeza no local de trabalho, segundo Valverde e Cintra (2006). Cada trabalhador é responsável pela limpeza de seu posto de trabalho e de suas ferramentas e utensílios.

2.2.8.4 SEIKETSU

O seiketsu é conhecido em português como senso da saúde, e significa manter o ambiente de trabalho em condições favoráveis à saúde física e mental. Para o uso deste senso é necessário que os três sentidos anteriores estejam sendo utilizados como rotina, ou seja, estar atento às condições ambientais de trabalho, estimular a confiança e o respeito mútuo para um melhor relacionamento interpessoal, divulgar positivamente a empresa e preparar o ambiente para o quinto senso (VALVERDE E CINTRA, 2006).

2.2.8.5 SHITSUKE

O shitsuke é conhecido em português como senso da autodisciplina, e significa treinar e encorajar os trabalhadores para criar o hábito de utilizar os primeiros quatro sentidos (SOLOMON, 2004). Neste senso é buscada a melhoria contínua, com o desenvolvimento da força de vontade, da criatividade, do comprometimento e do senso crítico do trabalhador. Para tal é necessário compartilhar objetivos, lançar constantemente novos desafios, criar mecanismos de avaliação e motivação, delegar responsabilidades e disseminar regularmente conceitos e informações (VALVERDE E CINTRA, 2006).

Quando um ambiente de trabalho é limpo, seguro e organizado, a segurança melhora e a produtividade tende a aumentar devido à eliminação de atividades que não agregam valor como procura, espera por ferramentas, materiais ou informações (FORMOSO *et al*, 2001).

2.2.9 GERENCIAMENTO VISUAL

A área visual de trabalho não é composta apenas de pôsteres e sinalizações; ela é a linguagem visual da *lean production* (GALSWORTH, 2004). A função do enfoque visual é identificar e eliminar problemas de informação com a utilização de soluções visuais que cubram todas as áreas de trabalho e ambientes. O visual da área de trabalho é um ambiente de trabalho auto-organizado, autoexplicativo, autorregulamentado, e automelhorado, no qual o que deve ser feito é feito todas as vezes no tempo certo. Devido aos dispositivos visuais, ele apresenta informações vitais, de maneira visual, junto ao fluxo do trabalho, para que seja possível dizer o que é necessário saber apenas ao olhar (GALSWORTH, 2004).

Controles visuais podem dar uma contribuição importante para melhorar a eficiência dos sistemas de produção. O termo visual inclui mensagens comunicadas através de qualquer um dos sentidos: paladar, tato, audição, visão e olfato. Os controles visuais também podem ser entendidos como controles sensoriais. A identificação rápida e fácil de desperdícios ou de qualquer outro problema de processo ajuda a permitir e a promover atividades de melhoria contínua. Por sua vez, controles visuais apropriados deveriam permitir às pessoas identificar se

produtos estão onde deveriam estar, ou se excedem o limite máximo das quantidades necessárias. Em uma situação ideal qualquer um deveria conseguir detectar ou evitar erros como este, conseqüentemente contribuindo para melhorar a desempenho do processo (MOSER E SANTOS, 2003).

Os controles visuais, de acordo com Solomon (2004), utilizam sinalizações para demonstrar, marcar, documentar e reportar tudo, de maneira que seja possível saber facilmente o estado das operações e das regras de operações. Um painel de controle visual ou painel de comunicação é usado para informar sobre o estado do processo e os problemas. Instruções gráficas de trabalho utilizam gráficos, desenhos ou vídeos para demonstrar as seqüências de trabalho ou instruções de produção. Símbolos padrões e cores são utilizados para superar as barreiras de linguagem e comunicação.

A alta rotatividade de operários e a presença de várias equipes distintas que se deslocam para dentro e para fora da construção tornam ainda mais importante a implantação de dispositivos visuais (FORMOSO *et al*, 2001).

2.2.10 TRANSPARÊNCIA

A transparência permite ao sistema produtivo visualizar melhor o que está de fato acontecendo em suas diversas etapas, facilitando a realização de melhorias (BAUMHARDT, 2002). O nível de transparência deveria ser suficiente para que até mesmo visitantes conseguissem compreender a situação atual de um sistema de produção, e conseqüentemente também conseguissem identificar os problemas existentes (MOSER E SANTOS, 2003).

De acordo com Formoso *et al* (2001), o baixo nível de transparência em canteiros de obras contribui para que os sistemas de produção na construção geralmente funcionem bastante abaixo de sua capacidade total. Embora o uso da transparência na construção civil seja um fato recente, várias características destes princípios tinham sido levadas em conta desde o início do século passado (OLIVEIRA *et al*, 2000).

De maneira geral, os trabalhadores não sabem exatamente o que é esperado deles ou qual foi o seu desempenho (FORMOSO *et al*, 2001). Neste contexto, segundo Santos (1999), o aumento da transparência significa aumentar a habilidade da produção em se comunicar com os trabalhadores, de modo que eles

saibam o que devem fazer, como e quando. Esta é uma das principais idéias básicas de vários métodos e técnicas gerenciais como gerenciamento visual, *kanban*, programas 5S, *andon*, *poka-yoke*, entre outros.

Segundo Amaral (2004), uma atividade é transparente quando se pode identificar ou evitar eventuais problemas, levando à melhoria contínua na produção. Neste caso, a autora aponta a importância das informações visuais, pois permitem ao operário identificar situações e objetos rapidamente, tornando o ambiente autoexplicativo.

Quando a construção é vista como um fluxo, vários fatores que antes não eram considerados importantes vêm à tona e se tornam muito importantes para a eficiência da produção. Para tal, o fluxo deve ser compreensível, caso contrário os envolvidos podem preferir retornar ao modelo tradicional de produção. Neste sentido, as atividades de produção devem ser mais transparentes para tornar o modelo viável (SANTOS *et al*, 1998).

A seguir são relacionados os principais enfoques para a implantação da transparência no processo de produção (SANTOS, 1999):

- reduzir a interdependência entre as estações de trabalho;
- uso de controles visuais, permitindo reconhecimento imediato do estado do processo;
- tornar o processo diretamente observável;
- incorporar informação ao processo;
- manter a área de trabalho limpa e organizada;
- tornar visíveis atributos invisíveis, por meio de medições.

Segundo Oliveira *et al* (2000), para conferir a transparência na construção duas ferramentas podem ser utilizadas: as ferramentas de monitoramento e as ferramentas de diagnóstico. As primeiras mostram a evolução dos indicadores dos processos desenvolvidos na obra; as últimas têm a função de caracterizar a obra, ou seja, identificar a maneira como os serviços são realizados, problemas que estejam ocorrendo nos processos e possíveis pontos de melhoria.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pergunta desta pesquisa, apresentada anteriormente, é: “Como implantar ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, proporcionando o aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte? ”

De acordo com Robson (1998), o princípio geral da uma estratégia de pesquisa, e dos métodos e técnicas aplicadas, deve ser apropriado para a pergunta que se quer responder. Baseado neste enfoque é desenvolvido o método escolhido para a realização da pesquisa.

A pesquisa apresentada é de natureza aplicada, pois está voltada para a geração de conhecimentos, buscando uma aplicação prática direcionada à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (SILVA, 2004).

Um dos princípios deste estudo é a obtenção de dados sobre a empresa que foi objeto da pesquisa e seus respectivos processos internos. Para atingir esta meta, foi necessário identificar o cenário individual em que ela se insere. Sendo assim, esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa.

Gil *apud* Silva (2004) identifica que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito na pesquisa qualitativa, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, que não pode ser traduzido em números. Este tipo de pesquisa trabalha na interpretação dos fenômenos e na atribuição de significados. O ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave.

Pode-se dividir a interação do pesquisador em dois momentos distintos nesta pesquisa. No primeiro momento, o pesquisador investigou, sem intervenção direta, a estrutura de funcionamento e os resultados do objeto de análise. No segundo momento, o pesquisador interveio diretamente nesta estrutura de funcionamento, buscando atingir o objetivo a que se propôs o projeto.

Para o desenvolvimento da pesquisa, o conceito de estudo de caso se adapta às proposições deste estudo. Ele é definido como uma estratégia de pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo fundamental, dentro de um contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (ROBSON, 1998).

Esta interpretação ocorre devido à importância que a coleta e a análise de dados representam neste caso. É através destes dados que serão identificados os principais aspectos a serem trabalhados no desenrolar das atividades do estudo. Nestes termos é incorporado o caráter exploratório do estudo de caso, que procura documentar um enfoque particular para auxiliar no desenvolvimento estrutural. Além de ser em parte uma intervenção prática, ele também procura oferecer suporte para uso de uma estrutura teórica particular (SCHON *apud* ROBSON, 1998).

Outra estratégia utilizada neste estudo apresenta o embasamento principal do segundo momento da pesquisa, a pesquisa-ação. Ela se distingue em vários aspectos de enfoques mais tradicionais de pesquisa, que representam o método científico. Além de apresentar muitas características positivas, oferecendo uma ferramenta poderosa para pesquisadores interessados em estudar as inter-relações entre homens, tecnologia, informação e contextos sócio-culturais (McKAY E MARSHALL, 2001).

A pesquisa-ação é a sobreposição entre ação e pesquisa, ou seja, prática e teoria. Este método está voltado à criação de novos conhecimentos pela busca de soluções e melhorias voltadas à vida real. Entretanto, a pesquisa-ação não traz apenas o enfoque na solução de problemas, pois o pesquisador trabalha baseado em uma estrutura conceitual. A colaboração entre o pesquisador e o pesquisado é essencial para o sucesso de todo o processo (McKAY E MARSHALL, 2001).

Um ponto principal de distinção deste método de pesquisa é o envolvimento ativo e deliberado do pesquisador no contexto de sua investigação. Diferentemente dos outros métodos científicos, nos quais o pesquisador é apenas um espectador imparcial em toda a pesquisa, o pesquisador da pesquisa-ação é um participante chave de todo o processo. Ele trabalha em conjunto, de forma colaborativa com os elementos diretamente envolvidos com a resolução dos problemas. Diferentemente dos outros enfoques de pesquisa, como experimentos em laboratórios, que lutam para apresentar trabalhos de relevância ao mundo, o laboratório da pesquisa-ação é o mundo real (McKAY E MARSHALL, 2001).

De acordo com Robson (1998), esta é uma das maneiras de se trabalhar com a resolução de problemas, com a igualdade entre o pesquisador e o pesquisado. Ambos discutem a área do problema e, em conjunto, formulam o desenho da pesquisa. Este tipo de pesquisa requer colaboração ativa e medidas de controle do pesquisado.

O objetivo duplo da pesquisa-ação, de ser tanto um mecanismo de resolução de problemas como para gerar e testar uma teoria, resulta em um cenário de ganhos para ambos, pesquisador e participante, neste tipo de estudo. A necessidade de fazer com que o objeto de pesquisa não se separe do contexto em que se insere gera uma visão holística do fenômeno de mudanças (McKAY E MARSHALL, 2001).

3.1 FERRAMENTAS PARA VALIDAÇÃO DA PESQUISA

Para aumentar a validade interna do constructo, o estudo abrangeu várias fontes de evidências (YIN, 2001). A coleta de dados foi feita por meio de:

- entrevista estruturada – a pesquisadora utilizou uma estrutura de perguntas com pontuações pré-definidas, por meio das quais foi possível obter médias numéricas. Esta entrevista foi realizada com diferentes profissionais envolvidos no processo de produção, como será visto adiante no Capítulo 4;
- entrevista informal – foram realizadas entrevistas sem estrutura, tendo como base o conhecimento do entrevistador sobre os pontos críticos observados durante a análise da empresa. Nesta fase os entrevistados foram aqueles diretamente ligados à obra em si: engenheiros, mestres e operários;
- observação direta não participante – por meio da observação direta a pesquisadora verificou a validade dos dados obtidos nas duas etapas de entrevistas, de forma que foram identificadas discrepâncias entre aquilo que se diz ser feito e aquilo que realmente é feito;
- aplicação múltipla – para validar os resultados obtidos durante a realização do estudo de caso, a pesquisa foi realizada em duas obras ocorrendo em momentos distintos, de maneira que foi possível realizar análise parcial de resultados obtidos e foram feitas correções necessárias para a obra posterior, buscando verificar e melhorar a aplicabilidade das ferramentas;
- registro fotográfico – ao longo do desenvolvimento dos estudos de casos foram realizados registros fotográficos para a verificação das características encontradas e validação das informações obtidas durante a pesquisa.

3.2 COLETA DE DADOS

Na fase de estruturação ocorre o planejamento da pesquisa, no qual se identifica o problema que se deseja examinar, os objetivos e a finalidade da pesquisa. Para atender de forma completa o objetivo da pesquisa, definiram-se quatro fases, e as tarefas delineadas buscaram atingir os objetivos intermediários e finais do estudo.

Os primeiros dados coletados são originados da revisão da literatura existente sobre o tema. Com base nesta revisão foram retirados os principais conceitos e elementos chaves para a realização do restante do trabalho. Com a utilização desses dados foi possível identificar e delinear os aspectos a serem levados adiante dentro do conceito que se propôs estudar.

Com estas informações iniciais foi possível passar para a segunda fase da pesquisa. Nesta é definido o enfoque que mais adequadamente se incorpora aos objetivos desta pesquisa. Sumarizados estes itens, ocorreu o desenvolvimento da matriz de análise da empresa de construção civil selecionada.

Para se realizar a coleta de dados, foi utilizado o roteiro seguinte para as fases 1 e 2 da pesquisa:

FASE 1:

1. identificação de questão da pesquisa;
2. definição de objetivos intermediários da pesquisa;
3. levantamento de informações sobre o tema por meio da revisão bibliográfica, englobando os seguintes itens:
 - a. sistemas de produção: produção em massa, Sistema Toyota de Produção, modelos de produção, conceitos e princípios da *Lean Production*, *just-in-time*, controle de produção, *kanban* e *buffers*;
 - b. construção civil: cenário atual, empresas e obras de pequeno porte, construção enxuta, estudos de implantação da construção enxuta, *Last Planner*, *lookahead*, 5S, células de trabalho, padronização, gerenciamento visual e importância da transparência.

FASE 2:

1. definição de empresa de construção para realização do estudo de caso:
 - a. escolha de possíveis empresas para desenvolvimento da pesquisa;

- b. definição de empresa disposta a realizar parceria com o Programa de Pós-Graduação para realização do estudo de caso;
 - c. apresentação do tema a ser estudado na empresa escolhida.
2. planejamento geral de coleta de dados:
- a. definição dos parâmetros gerais de análise;
 - b. desenvolvimento do escopo inicial para desenvolvimento da pesquisa;
 - c. delimitação das principais diretrizes de processos a serem analisados.
3. definição dos agentes iniciais do levantamento de dados:
- a. elaboração de materiais para coleta de dados;
 - b. escolha de roteiro para análise da empresa;
 - c. definição dos elos da cadeia produtiva com os quais seriam realizadas as entrevistas estruturadas e informais.
4. coleta da base de dados:
- a. realização das entrevistas com os agentes pré-definidos;
 - b. organização dos dados coletados nas entrevistas;
 - c. observação direta em obras da construtora para validação final das entrevistas.
5. análise da empresa:
- a. identificação das principais características da empresa estudada, apresentando pontos positivos e negativos existentes, tanto em sua estrutura geral como nas funções produtivas;
 - b. formatação de um mapa da situação geral da empresa com base nos dados obtidos nas entrevistas e na observação direta.

3.3 PLANO DE AÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Realizadas as duas primeiras fases, foi possível identificar quais eram os aspectos relevantes para o desenvolvimento do tema central da pesquisa. Desta maneira, realizou-se a coleta de dados para implantação das ferramentas da construção enxuta propostas.

Para a realização do objetivo principal desta pesquisa foi realizado um plano de ação no qual foi definido um roteiro completo para a implantação das ferramentas propostas. Nesta etapa se desenvolveram as fases 3 e 4 da pesquisa, conforme demonstrado a seguir:

FASE 3:

1. apresentação dos princípios da construção enxuta à empresa na qual foi realizado o estudo de caso:
 - a. realização de um *workshop* junto à diretoria e ao setor de engenharia da empresa, apresentando conceitos e ferramentas da construção enxuta;
 - b. realização de uma reunião com os envolvidos na implantação, para nomeação de um agente *lean* e para análise das informações obtidas durante a fase de análise da empresa.
2. delimitação das ferramentas a serem aplicadas na empresa:
 - a. apresentação e discussão sobre as possíveis ferramentas a serem aplicadas nas obras escolhidas, para o agente *lean*;
 - b. definição dos dispositivos e ferramentas a serem aplicadas na implantação dos conceitos *lean*, com base nos dados coletados na fase 2.

Após a realização da fase 3 da pesquisa, voltada principalmente à apresentação e à escolha das ferramentas da construção enxuta que foram aplicadas no estudo de caso, definiu-se a fase 4, na qual foi feita a implantação das ferramentas.

FASE 4:

1. definição das obras a serem trabalhadas e níveis de implantação em cada uma delas:
 - a. seleção das obras existentes no período na empresa e escolha dos objetos de trabalho junto à diretoria da empresa;
 - b. definição da sequência e do nível de implantação das ferramentas previamente definidas.
2. apresentação das ferramentas aos envolvidos com a implantação:
 - a. apresentação e discussão sobre os dispositivos e ferramentas a serem utilizadas nas obras pelos envolvidos nas obras escolhidas (engenharia e encarregados).
3. implantação das ferramentas nas obras:
 - a. implantação parcial de ferramentas na obra 1, realizando as atividades de *Last Planner*, introdução de cartões de produção e iniciando a implantação de conceitos do 5S;
 - b. revisão dos resultados obtidos durante a implantação na obra 1, e realização de possíveis alterações para implantação na obra 2;

- c. geração de diretrizes bases para implantação das ferramentas na obra 2;
 - d. implantação das ferramentas com base nas diretrizes bases delineadas após a primeira implantação;
 - e. revisão dos resultados obtidos durante a implantação da obra 2;
 - f. desenho final das diretrizes para implantação de ferramentas *lean* em obras com as características propostas pelo estudo.
4. análise de resultados:
- a. análise dos resultados obtidos na realização do estudo de caso nas duas obras estudadas;

Após a realização destas fases a pesquisa entrou em sua fase final, na qual são apresentadas as conclusões finais e são feitas as recomendações para futuras pesquisas.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A construtora analisada no estudo de caso foi fundada em 1996, está situada na cidade de Curitiba, Estado do Paraná, e atua em obras de médio e pequeno porte, comerciais, corporativas e industriais. O objetivo inicial da empresa era atuar em licitações governamentais, sendo sua primeira obra uma unidade escolar contratada pelo Governo do Estado do Paraná. Em seguida a empresa passou a atuar na realização de obras para agências bancárias da Caixa Econômica Federal (CEF), obras que passaram a ser o carro-chefe da empresa.

Além das obras para a CEF e outros órgãos governamentais, a empresa passou também a atuar em obras comerciais e industriais para clientes particulares, realizando obras de construção, reforma e ampliação. Atualmente, além das obras comerciais a construtora iniciou seu primeiro empreendimento particular, um edifício residencial com 31 apartamentos, distribuídos em oito pavimentos, contando com capital próprio e financiamento da CEF.

A construtora se caracteriza por ser uma empresa de pequeno porte, familiar, na qual as atividades de administração, finanças, orçamentos e engenharia são realizadas pelos próprios sócios da empresa. Em sua fundação, a empresa era constituída em sua diretoria por um engenheiro e um arquiteto. Atualmente seu corpo diretor apresenta quatro engenheiros e um arquiteto, conforme pode ser observado no cronograma da Figura 3.1, a seguir.

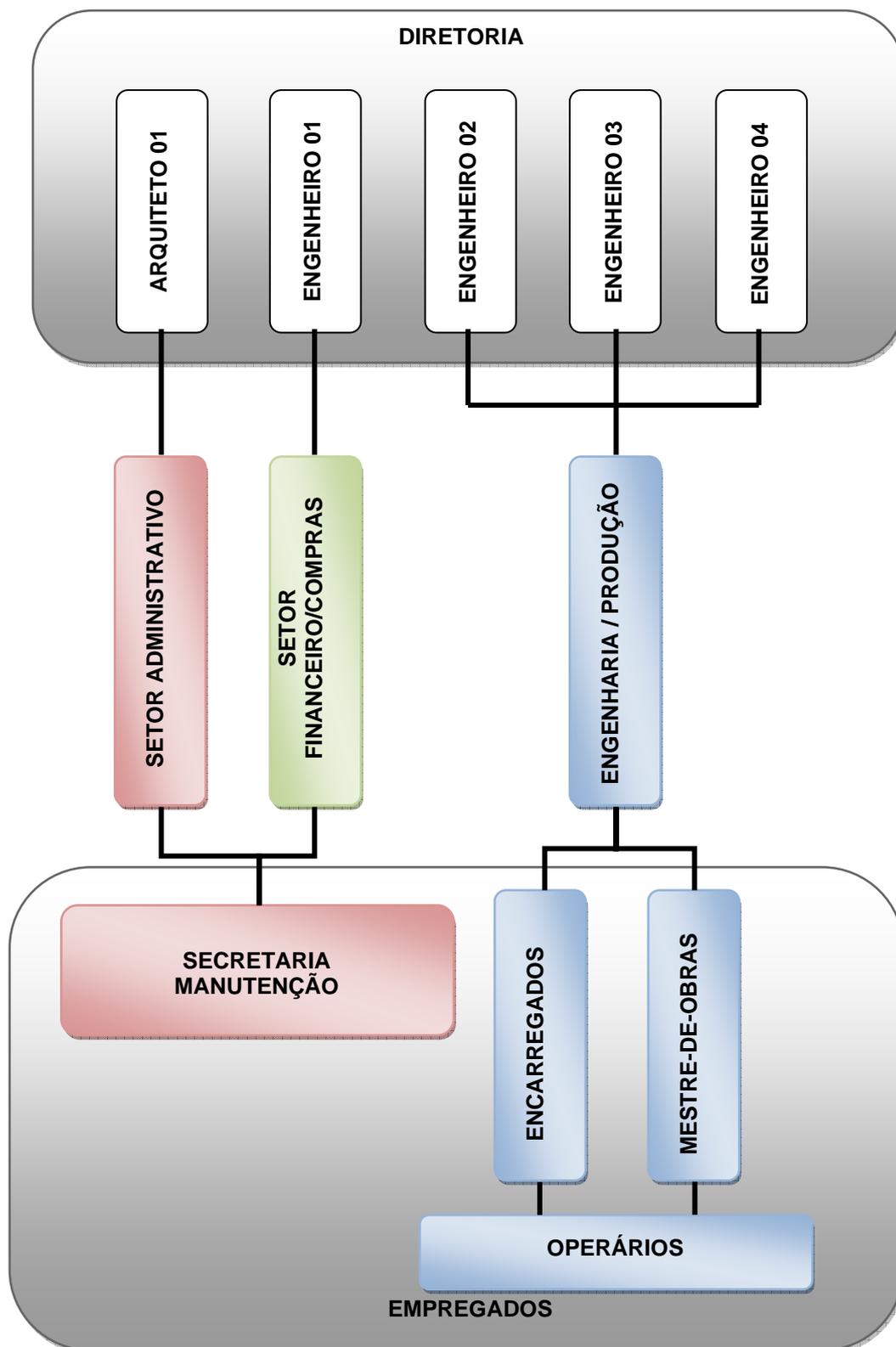


FIGURA 3.1 – Organograma da empresa construtora estudada

FONTE: A autora (2008)

Seu quadro de operários apresenta atualmente 34 trabalhadores, que se encontram principalmente no setor da produção, apresentando operários

encarregados, que realizam também a função de mestres-de-obras (no caso das obras de pequeno porte), e os operários do canteiro de obras. Atualmente grande parte destes operários está locada na obra do edifício residencial.

Além de seu quadro de operários a empresa trabalha também com a contratação de equipes terceirizadas para a realização de atividades especializadas, como por exemplo montagem de paredes de gesso acartonado, instalação de vidro, entre outros. Essas equipes são contratadas de acordo com os períodos de serviço da construtora.

Na busca de inovações e melhorias de seu desempenho no mercado a construtora passou a participar do Projeto “Construindo o Futuro”, um programa desenvolvido em parceria com o Sinduscon-PR, Sebrae e FIEP-Senai, voltado a micro e pequenas empresas construtoras de Curitiba e Região Metropolitana, com a proposta de aumentar sua competitividade no setor, por meio da melhoria da gestão empresarial e tecnologia. A empresa também passa atualmente pelo processo de qualificação para o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat), estando ainda trabalhando para sua certificação.

Também neste contexto a empresa está realizando uma parceria com o Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná para a realização deste estudo de caso, além de futuros trabalhos voltados à implantação de conceitos e ferramentas da construção enxuta.

A empresa, apesar de atuar há 12 anos no mercado, apresenta sua estrutura administrativa voltada à realização de obras ainda em um estágio básico. Não existe uma separação financeira entre as obras, ou seja, existe apenas um caixa centralizado, no qual o fluxo de caixa de entradas e saídas não ocorre sem que haja o conhecimento de onde se está recebendo o dinheiro e para qual obra o dinheiro está sendo retirado. Este processo dificulta uma contabilidade pontual por obra, dificultando a criação de índices individuais, ou seja, sem que se saiba qual o lucro real de cada um dos empreendimentos realizados.

Devido ao fato da empresa não apresentar uma estrutura organizacional departamentalizada, a definição de responsáveis pela obra é feita de acordo com a quantidade de trabalhos realizados pela empresa por período. Neste caso, três engenheiros da diretoria trabalham diretamente com a obra, sendo eles responsáveis por conseguir o contrato de obra (seja ele por meio de licitações ou contratações diretas), pela realização dos orçamentos e cotações de serviços e bens

voltados à obra, pela mobilização de equipes para a realização da obra, e pelo acompanhamento e controle da obra. O outro engenheiro trabalha com a organização financeira, sendo ele responsável pelas negociações com fornecedores para bens de maior valor e também pela realização de parcerias com fornecedores para o fornecimento de materiais e serviços. O diretor arquiteto trata das questões administrativas da empresa.

Existem algumas parcerias entre a empresa e fornecedores. Entretanto estas parcerias não são formalizadas por meio de contratos, nos quais seriam definidas garantias de manutenção de preços e cumprimento de prazos. As parcerias são informais, realizadas apenas por meio de comprometimento verbal, e são facilmente desfeitas caso os bens ou serviços oferecidos estejam com valores acima do mercado, caso as condições de pagamento estejam inadequadas à construtora ou caso haja problemas de qualidade no bem ou no serviço fornecido.

A mão-de-obra empregada pela empresa, assim como em muitas empresas do setor da construção civil, apresenta uma grande rotatividade. Os funcionários são contratados e dispensados de acordo com a quantidade de serviços realizada pela empresa no período. Atualmente seu quadro de funcionários apresenta um número superior àquele padrão da construtora devido ao empreendimento residencial em desenvolvimento, sendo necessário um grupo de funcionários exclusivos para esta obra.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O estudo de caso realizado neste trabalho foi desenvolvido em uma empresa de construção civil de pequeno porte, que atua na realização de obras de pequeno porte e de curta duração na cidade de Curitiba, Estado do Paraná.

4.1 AVALIAÇÃO DA EMPRESA

Um dos primeiros passos no desenvolvimento do estudo de caso foi a realização de uma avaliação do estado atual da empresa construtora. Para tal é necessário compreender um pouco mais sobre uma ferramenta chamada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), a base para o desenvolvimento do mapa do estado atual.

Segundo Pasqualini (2005), o MFV é a preparação para a aplicação prática de outras ferramentas da *lean production*; nele é possível identificar os desperdícios do processo de produção e mostrar em que pontos as melhorias devem ser feitas.

O mapeamento do estado atual é a fase inicial do MFV; nele é identificada a situação atual de um processo de produção. Neste estudo de caso, entretanto, o mapeamento foi realizado com base no trabalho de Carvalho (2008), que apresenta apenas o mapeamento do estado atual, de maneira que a coleta de dados é realizada com base em uma entrevista estruturada feita nos diferentes elos da cadeia produtiva de uma empresa de construção: diretoria, engenharia, operário, projetista, fornecedor e cliente.

Em seu trabalho, Carvalho (2008) idealizou uma ferramenta para a coleta de dados com base nos onze princípios da *lean production*, de Koskela, analisando individualmente a presença e a situação atual de cada um dos princípios na empresa, por meio de entrevistas. Com base neste modelo foi desenvolvida a análise da empresa do estudo de caso. A estrutura da coleta de dados é apresentada na Figura 4.1, a seguir:



FIGURA 4.1 – Estrutura da coleta de dados para análise da empresa

FONTE: A autora (2008)

As entrevistas foram a primeira atividade realizada com a empresa, antes mesmo da apresentação dos princípios da construção enxuta; desta maneira não ocorreram interferências quanto a tendências de acobertar problemas na busca de um melhor resultado na avaliação. Estas entrevistas apresentavam uma pontuação que variava de 0, nenhum a 3, muito. Apesar de apresentar uma pontuação numérica, a entrevista se baseou em alguns momentos na interpretação da pesquisadora para adaptar a resposta do entrevistado à numeração apresentada na entrevista. A seguir é apresentada uma análise individual de cada um dos entrevistados sobre a situação atual da empresa, baseada na entrevista.

DIRETORIA: A entrevista foi realizada individualmente com dois diretores da empresa; foi possível identificar o grau de presença de cada um dos onze princípios na empresa. Seguem adiante, nos Quadros 4.1 e 4.2, os itens da entrevista que levaram à identificação dos princípios menos presentes na empresa.

		POUCO	MUITO		
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Existe um eficiente sistema de qualidade implantado na empresa?	X			
3.2	Existem índices de desempenho sobre a qualidade do produto ou serviço ofertado? Como por exemplo produtos defeituosos por unidades produzidas?	X			
3.3	Existe a preocupação em constantemente aumentar a mecanização do canteiro de obra?			X	
3.4	Existem procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa?	X			

Continua

		Conclusão			
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	Os tempos de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?	X			
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
4.2	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo dos empreendimentos?	X			
4.3	O tempo de ciclo de venda dos estoques é planejado e controlado? (Considerar o estoque como o produto final da empresa, por exemplo: apartamentos, lotes e casas à venda da construtora - esta pergunta não se aplica a todos os segmentos da construção civil)	X			
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?		X		
7.2	As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?	X			
7.3	Classificar de 0 a 3 a disseminação das políticas de conduta de princípios e valores divulgados entre todos os funcionários da empresa.		X		

QUADRO 4.1 – Parte da entrevista realizada com o diretor 01

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

		POUCO				MUITO			
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3	0	1	2	3
3.1	Existe um eficiente sistema de qualidade implantado na empresa?	X							
3.2	Existem índices de desempenho sobre a qualidade do produto ou serviço ofertado? Como por exemplo produtos defeituosos por unidades produzidas?	X							
3.3	Existe a preocupação em constantemente aumentar a mecanização do canteiro de obra?			X					
3.4	Existem procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa?		X						
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3	0	1	2	3
4.1	Os tempos de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?	X							
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação								
4.2	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo dos empreendimentos?	X							
4.3	O tempo de ciclo de venda dos estoques é planejado e controlado? (Considerar o estoque como o produto final da empresa, por exemplo: apartamentos, lotes e casas à venda da construtora - esta pergunta não se aplica a todos os segmentos da construção civil)	X							
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3	0	1	2	3
7.1	Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?		X						
7.2	As metas, resultados e expectativas da empresa são informações a abertas e divulgadas entre os funcionários?		X						
7.3	Classificar de 0 a 3 a disseminação das políticas de conduta de princípios e valores divulgados entre todos os funcionários da empresa.		X						

QUADRO 4.2 – Parte da entrevista realizada com o diretor 02

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

Os principais pontos fracos identificados foram: a redução da variabilidade, a redução do tempo de ciclo e a melhoria na transparência do processo. Quanto aos

pontos fortes, foram identificados: a simplificação e a minimização de passos e partes, o aumento da flexibilidade do produto e o *benchmarking*. O Gráfico 4.1, a seguir, apresenta o resultado do questionário aplicado na diretoria da empresa estudada; o questionário pode ser visto em sua íntegra nos apêndices:

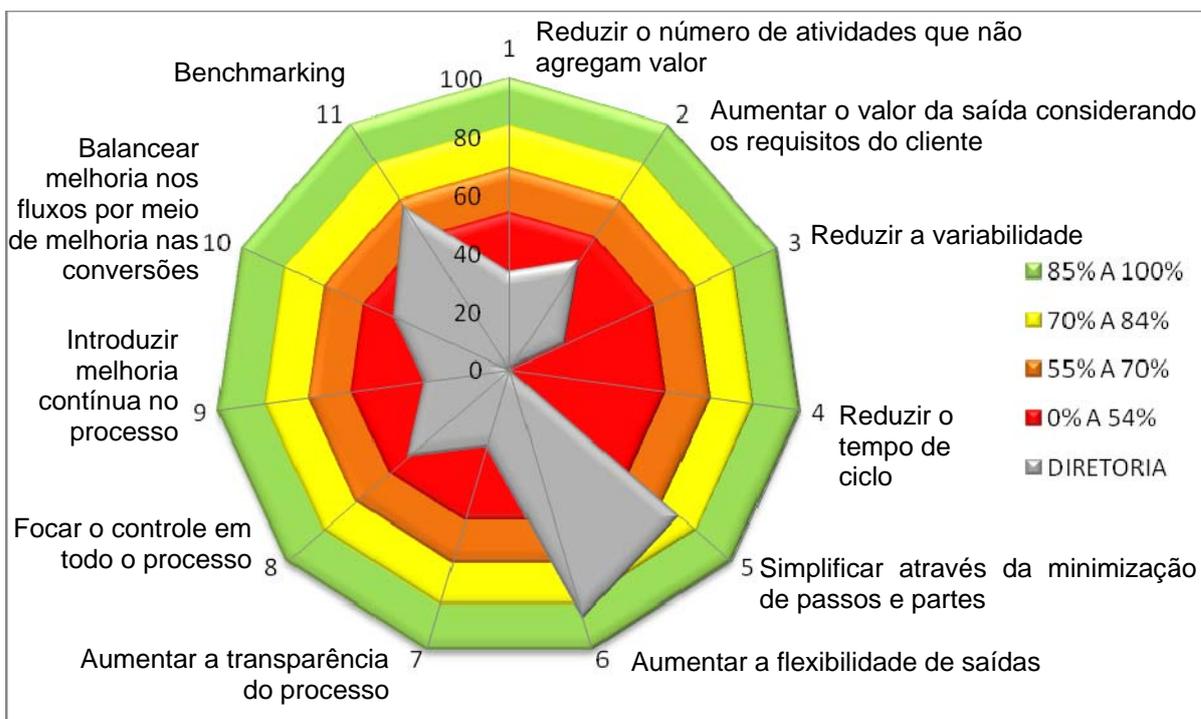


GRÁFICO 4.1 – Resultado do questionário aplicado na diretoria da empresa estudada

FONTE: Adaptado de Carvalho (2008)

ENGENHARIA: A entrevista foi realizada com um engenheiro de produção da empresa. Seguem adiante, no Quadro 4.3, os itens da entrevista que levaram à identificação dos princípios menos presentes na empresa.

		POUCO	MUITO
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1 2 3
5.1	A obra faz uso de produtos pré-moldados ou utiliza kits sempre que possível?	X	
5.2	A obra busca usar gabaritos ou equipamentos dedicados, que possibilitam a redução do número de passos e partes para uma tarefa qualquer?	X	
5.3	As informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?	X	
7	Melhorar a transparência do processo	0	1 2 3
7.1	Os canteiros de obra possuem vias de acesso interno limpas, largas e desimpedidas para circulação dos funcionários e equipamentos?	X	
7.2	Existem sistemas de comunicação eficientes na obra, como painéis, placas e rádios?	X	
7.3	Você possui indicadores de desempenho da obra? (Cite exemplos)	X	

Continua

		Conclusão			
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	0	1	2	3
9.1	Existe algum programa interno na obra que faz a promoção da melhoria contínua dos trabalhos na obra?	X			
9.2	Existe preocupação em constantemente tomar atitudes em relação à dignificação da mão-de-obra?		X		
9.3	Existe participação dos operários em buscar melhorar os processos internos?	X			

QUADRO 4.3 – Parte da entrevista realizada com o engenheiro

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

Os principais pontos fracos identificados foram: a simplificação e a minimização de passos e partes, a melhoria na transparência do processo e a introdução da melhoria contínua no processo. Os pontos fortes foram: o aumento do valor da saída considerando os requisitos do cliente e o *benchmarking*. O Gráfico 4.2, a seguir, apresenta o resultado do questionário aplicado na engenharia da empresa estudada; o questionário pode ser visto em sua íntegra nos apêndices:

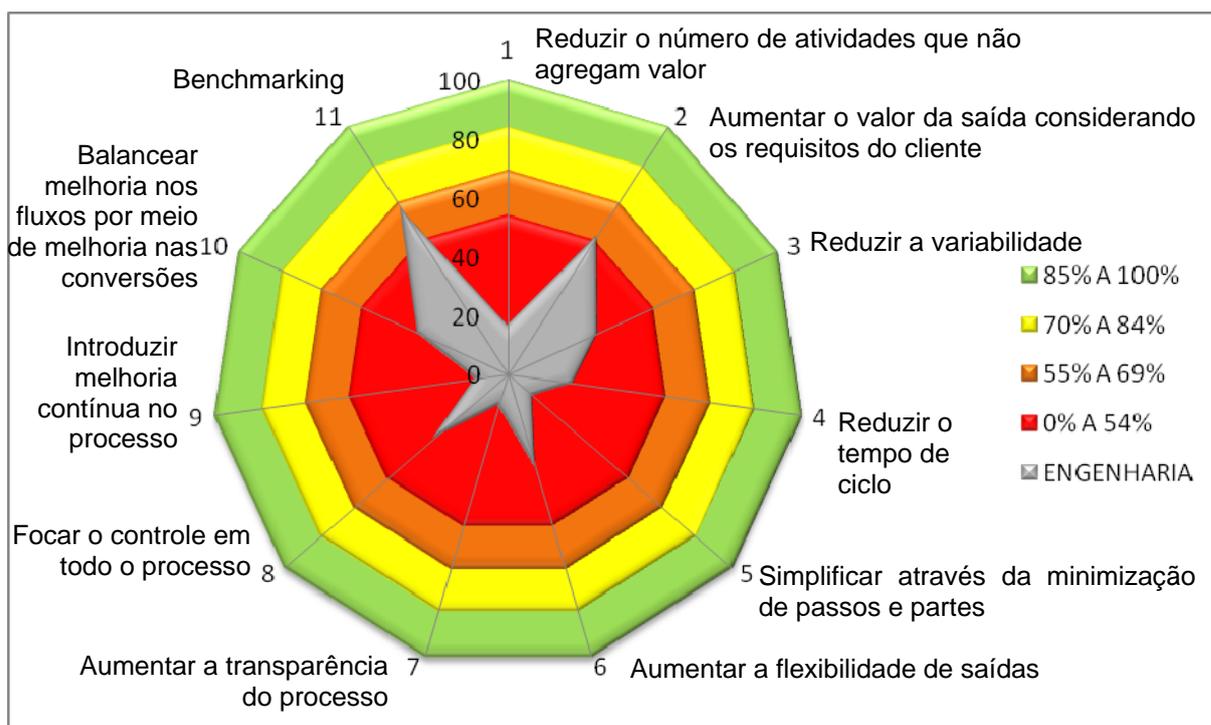


GRÁFICO 4.2 – Resultados do questionário aplicado na engenharia da empresa estudada

FONTE: Adaptado de Carvalho (2008)

OPERÁRIO: A entrevista foi realizada com um operário encarregado que trabalha na empresa desde a sua criação. Seguem adiante, no Quadro 4.4, os itens da entrevista que levaram à identificação dos princípios menos presentes na empresa.

		POUCO	MUITO		
		0	1	2	3
4	Reduzir o tempo de ciclo				
4.1	Você conhece o tempo que você gasta esperando materiais na obra diariamente?	X			
4.2	Você conhece o tempo que você gasta em movimentação de um local para outro, diariamente na obra?	X			
4.3	Você conhece o tempo que você gasta em inspeção dos serviços, diariamente na obra?		X		
4.4	Você conhece o tempo que você utiliza para executar as atividades que são consideradas como de valor para a obra?		X		
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes				
5.1	Você faz uso de produtos pré-moldados ou kits de materiais fáceis de serem aplicados?	X			
5.2	Você identifica alguma atividade que possui muitas etapas e que pode ser simplificada na obra?		X		
11	Benchmarking (estabelecer referências de ponta)				
11.1	Para executar essa obra você utiliza algum outro trabalho da própria empresa como um modelo bem sucedido a ser espelhado?	X			

QUADRO 4.4 – Parte da entrevista realizada com um operário

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

Os pontos fracos identificados na entrevista foram: o *benchmarking*, a simplificação e a minimização de passos e partes e a redução do tempo de ciclo. Os pontos fortes identificados foram: a introdução da melhoria contínua do processo e o balanceamento do fluxo com melhorias nas conversões.

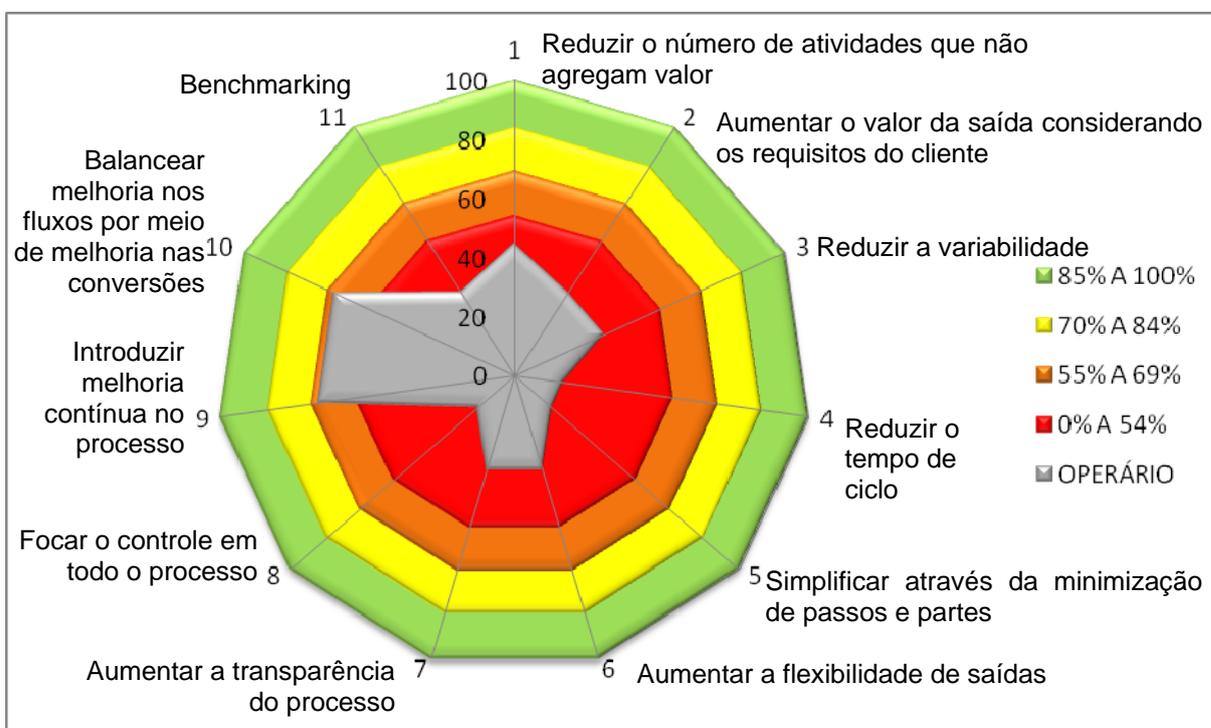


GRÁFICO 4.3 – Resultados do questionário aplicado a um operário da empresa estudada

FONTE: Adaptado de Carvalho (2008)

O Gráfico 4.3, apresentado anteriormente, apresenta o resultado do questionário aplicado a um operário da empresa estudada; o questionário pode ser visto em sua íntegra nos apêndices.

PROJETISTA: O projetista entrevistado na pesquisa foi o responsável pelo projeto do empreendimento do edifício residencial. Seguem adiante, no Quadro 4.5, os itens da entrevista que levaram à identificação dos princípios menos presentes na empresa.

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
3	Reduzir a variabilidade				
3.1	Existe algum sistema de qualidade implantado no escritório projetista?		X		
3.2	Existem padrões para o desenvolvimento dos desenhos?	X			
3.3	Soluções que possuem um alto grau de sucesso com os clientes são adotados em diversos projetos?			X	
8	Focar o controle do processo global				
8.1	Existe controle do orçamento do projetista para a execução dos desenhos?	X			
8.2	Existe planejamento de curto, médio e longo prazo na execução dos desenhos?	X			
11	Benchmarking (estabelecer referências de ponta)				
11.1	Em sua percepção a empresa faz uso de benchmarking?		X		

QUADRO 4.5 – Parte da entrevista realizada com o projetista

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

Em sua entrevista os pontos fracos identificados foram: o foco do controle no processo geral, a redução da variabilidade e o *benchmarking*. Os pontos fortes identificados foram: a redução das atividades que não agregam valor, o foco no controle do processo geral e o balanceamento do fluxo com a melhoria das conversões. O Gráfico 4.4, a seguir, apresenta o resultado do questionário aplicado ao projetista da empresa estudada; o questionário pode ser visto em sua íntegra nos apêndices:

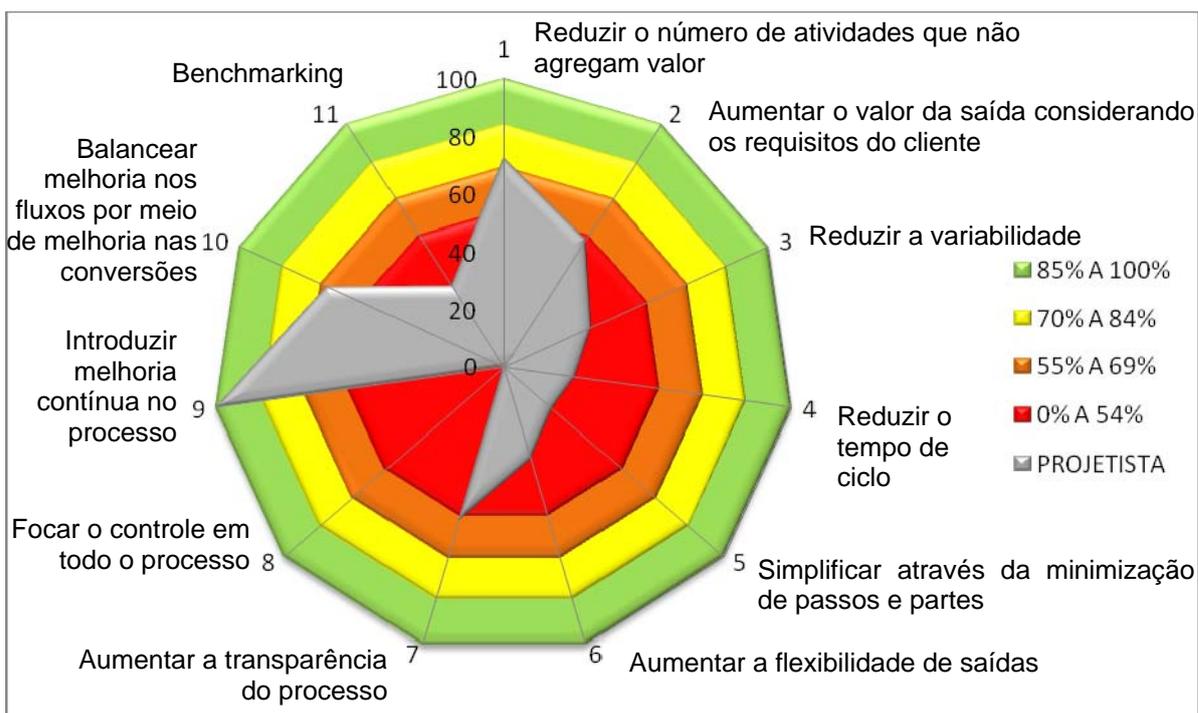


GRÁFICO 4.4 – Resultados do questionário aplicado ao projetista da empresa estudada
FONTE: Adaptado de Carvalho (2008)

FORNECEDOR: A empresa entrevistada fornece produtos para a construtora desde que esta começou a atuar nas obras de pequena duração. Seguem adiante, no Quadro 4.6, os itens da entrevista que levaram à identificação dos princípios menos presentes na empresa.

		POUCO		MUITO	
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	A construtora lhe fornece alguma segurança em relação à continuidade das vendas de seu produto?			X	
2.2	Você já recebeu algum tipo de avaliação de desempenho desenvolvido pela construtora?	X			
2.3	Você, como fornecedor, já foi convidado a participar de algum treinamento ofertado pela construtora?	X			
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Você possui um planejamento de curto, médio e longo prazo para venda de seus produtos para a construtora?	X			
8.2	Existe o estabelecimento de uma parceria de longo prazo entre construtora e fornecedor para diversas obras?		X		

QUADRO 4.6 – Parte da entrevista realizada com um fornecedor da empresa

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

Nesta entrevista os pontos fracos identificados foram: o foco no controle de todo o processo e o aumento no valor da saída considerando os requisitos do cliente. Os pontos fortes foram: o balanceamento do fluxo com a melhoria das conversões e o *benchmarking*. O Gráfico 4.5, a seguir, apresenta o resultado do questionário aplicado em um dos fornecedores da empresa estudada; o questionário pode ser visto em sua íntegra nos apêndices:

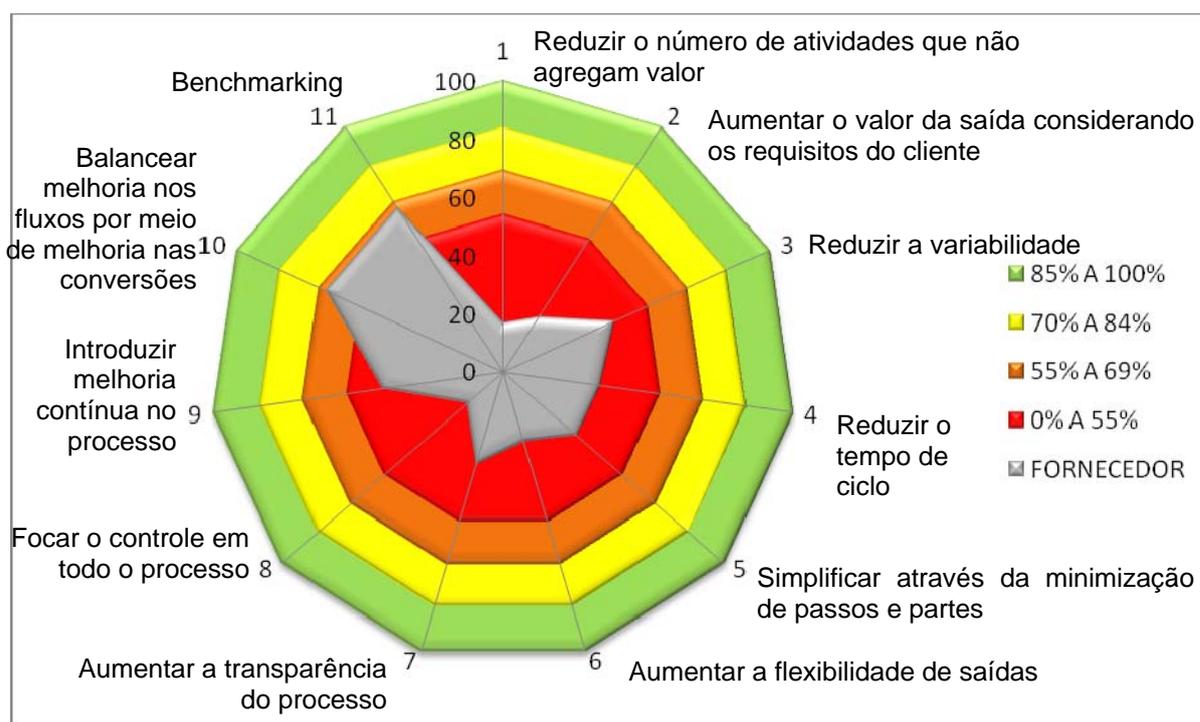


GRÁFICO 4.5 – Resultados do questionário aplicado em um dos fornecedores da empresa estudada

FONTE: Adaptado de Carvalho (2008)

CLIENTE: Para esta pesquisa foi realizada a entrevista com um cliente privado da empresa que havia finalizado uma obra com a construtora há pouco tempo. Seguem adiante, no Quadro 4.7, os itens da entrevista que levaram à identificação dos princípios menos presentes na empresa.

		POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.2	O produto ofertado atende completamente às suas necessidades?				X
1.3	Como você classifica, de 0 a 3, o atendimento ao cliente fornecido pela construtora?			X	
1.4	As informações fornecidas pelo construtor sobre o produto são suficientes para seu uso e manutenção?			X	
1.5	Você é constantemente consultado para opinar sobre o desempenho da empresa da qual é cliente?	X			

Continua

		Conclusão			
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Você se importa com produtos e serviços padronizados?	X			
3.2	Os materiais usados estão aplicados de maneira adequada?				X
	CONCEITO: Por exemplo, manchas na pintura da parede decorrentes da má aplicação				
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	0	1	2	3
9.1	Você percebe a busca pela melhoria contínua da empresa?			X	
9.2	Você acredita que a empresa respeita e dignifica seus funcionários?			X	
9.3	Você percebe que a empresa possui controle sobre seus processos internos?			X	
9.4	O cliente é convidado a contribuir para a evolução da empresa?		X		

QUADRO 4.7 – Parte da entrevista realizada com um cliente

FONTE: A autora, modelo de Carvalho (2008)

Os pontos fracos destacados na entrevista foram: a redução de atividades que não agregam valor, a redução da variabilidade e a introdução da melhoria contínua no processo. Os pontos fortes foram: a melhoria do valor da saída considerando os requisitos do cliente, a redução do tempo de ciclo e a simplificação e minimização do número de passos e partes. O Gráfico 4.6, a seguir, apresenta o resultado do questionário aplicado em um cliente da empresa estudada; o questionário pode ser visto em sua íntegra nos apêndices:

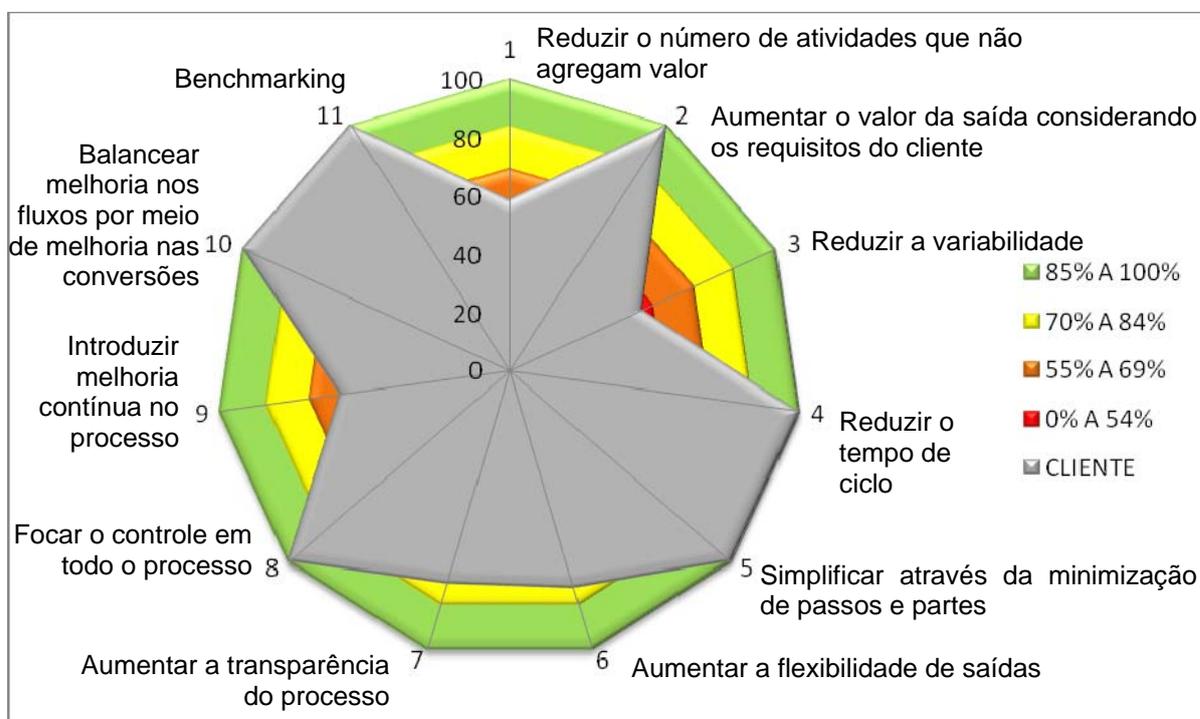


GRÁFICO 4.6 – Resultados do questionário aplicado em um cliente da empresa estudada

FONTE: Adaptado de Carvalho (2008)

Como resultado do questionário aplicado na empresa foi possível traçar um cenário atual da empresa com base nos conceitos da construção enxuta. Foi possível identificar os principais pontos a serem trabalhados na construtora para que esta inicie o processo de implantação dos conceitos da construção enxuta. Com base nestes pontos, são indicadas adiante as ferramentas correlacionadas para trabalhar os princípios identificados anteriormente dentro das obras estudadas.

O Gráfico 4.7, adiante, apresenta uma média dos resultados obtidos em todos os questionários. É importante ressaltar que em ambas as figuras o elo “cliente” é apresentado de maneira separada, segundo Carvalho (2008), pois representa um confronto entre a visão dos diferentes elos envolvidos na cadeia e a visão do cliente final, aquele que confere o valor final do produto.

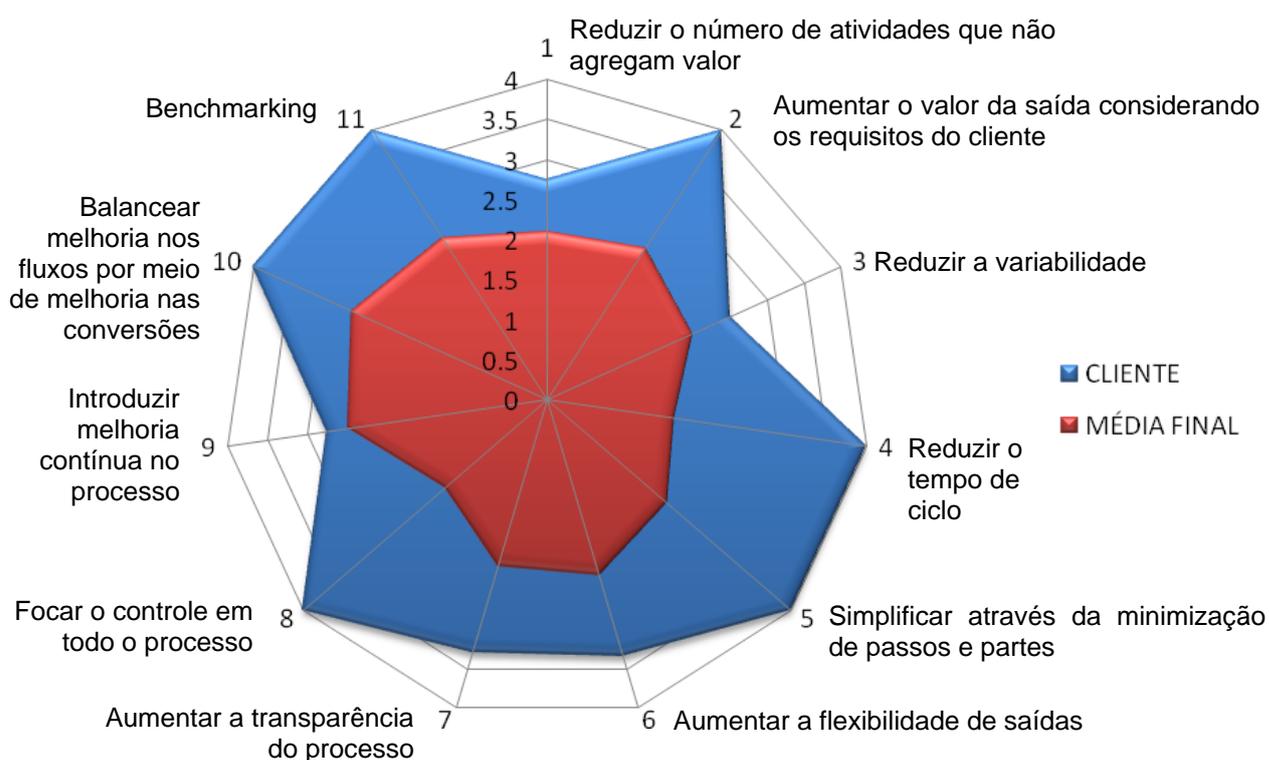


GRÁFICO 4.7 – Média final obtida na entrevista dos diferentes elos da cadeia e visão do cliente final

FONTE: A autora (2008)

No Gráfico 4.7 pode-se observar quais princípios da construção enxuta estão menos ou mais presentes na empresa. Com base nestes resultados, é possível

identificar os principais pontos a serem trabalhados para o desenvolvimento *lean* da construtora. Os princípios menos presentes são apresentados a seguir:

- princípio 4 – reduzir o tempo de ciclo;
- princípio 5 – simplificar através da minimização de número de passos e partes;
- princípio 8 – focar controle em todo o processo.

De acordo com Carvalho (2008), a visão do cliente final, aquele responsável pela percepção do valor do produto, apresenta um ponto de vista bastante controverso; entretanto, esta pesquisa não se propõe a analisar critérios de percepção pessoal. Sendo assim, o ponto de vista do cliente é utilizado apenas em um patamar voltado à comparação. Neste caso, os princípios menos visíveis por ele são apresentados a seguir.

- princípio 1 – reduzir o número de atividades que não agregam valor;
- princípio 3 – reduzir a variabilidade;
- princípio 9 – introduzir a melhoria contínua no processo.

Além da realização do mapa do estado atual da empresa, também foram utilizadas outras técnicas para avaliação da empresa, tais como a avaliação das condições atuais organizacionais das obras realizadas pela empresa, conforme demonstrado a seguir.

- entrevista informal – com mestre-de-obras, engenheiro da obra e operários;
- observação direta não participante – observação de obras realizadas pela empresa, com registro fotográfico.

A entrevista informal foi realizada em uma primeira fase com o engenheiro da obra. Neste caso foi possível identificar pontualmente algumas características organizacionais das obras executadas, assim como a mentalidade da empresa nas obras.

Ao longo da pesquisa também foram realizadas entrevistas com o mestre-de-obras e alguns operários da empresa, das quais foram obtidas algumas características da política de trabalho da construtora estudada.

Pode-se identificar que a empresa não utiliza qualquer tipo de planejamento de longo, médio ou curto prazo, principalmente em suas obras de curta duração. Entretanto, o prazo das obras é sempre mantido, pois são utilizados inúmeros

buffers informais ao longo do fluxo produtivo, tanto de tempo como de materiais e mão-de-obra.

Outra característica da empresa é a política de manter a obra limpa e organizada; entretanto, não são utilizados contêineres para coleta de lixo nem locais para armazenamento de materiais no caso das obras de curta duração. Quanto ao armazenamento de materiais, utiliza-se em alguns casos um almoxarifado de obra; entretanto, nos casos em que um almoxarifado não existe nota-se uma certa organização, mas os materiais encontram-se dispostos em vários locais da obra.



FIGURA 4.2 – Limpeza da obra

FONTE: A autora (2008)



FIGURA 4.3 – Estoque improvisado ao longo do canteiro

FONTE: A autora (2008)



FIGURA 4.4 – Materiais dispostos em vários locais

FONTE: A autora (2008)

Outra questão trata da organização do canteiro, que apesar de limpo não apresenta delimitações para fluxos de materiais e mão-de-obra, nem informações claras sobre armazenamento de materiais e disposição de lixo. Isto resulta em disposição de material inutilizado em locais indevidos.



FIGURA 4.5 – Disposição de entulho em lugares indevidos

FONTE: A autora (2008)

A partir das características descritas anteriormente, baseadas nas análises realizadas na construtora, foi possível criar o Quadro 4.8, apresentado adiante, mostrando os principais problemas encontrados e a origem destes dados. Estas informações serão utilizadas posteriormente no auxílio para a definição das ferramentas a serem utilizadas nos estudos de caso. Os dados apresentados na entrevista estruturada apresentam os princípios com maior deficiência na construtora, que conseqüentemente serão trabalhados. Em paralelo são dispostos os resultados encontrados na observação direta e nas entrevistas informais; estes resultados não estão diretamente relacionados com os princípios identificados anteriormente.

Características encontradas na construtora	Fontes de dados		
	Entrevista estruturada	Observação direta	Entrevistas informais
	Necessidade de reduzir o tempo de ciclo	Falta de planejamento de longo, médio ou curto prazo	Grande número de <i>buffers</i>
	Necessidade de simplificar através da minimização de número de passos e partes	Falta de locais definidos para lixo	Falta de locais definidos para lixo
Necessidade de focar o controle em todo o processo	Falta de locais definidos para armazenamento de materiais	Falta de locais definidos para armazenamento de materiais	

QUADRO 4.8 – Características obtidas no diagnóstico realizado na construtora

FONTE: A autora (2008)

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

Como apresentado anteriormente, este estudo foi realizado em duas obras distintas. Entretanto, estas obras apresentam características semelhantes: são obras da mesma natureza, realizadas pelas mesmas equipes de operários, mestre-de-obras e engenheiro. As obras estão separadas de acordo com a descrição seguinte:

OBRA 1:

FIGURA 4.6 – Agência da Caixa Econômica Federal onde foi realizado o estudo de caso 01
FONTE: A autora (2008)

A obra 1 foi uma obra contratada pela Caixa Econômica Federal (CEF), por meio de licitação, para a realização de obras internas de montagem de uma agência bancária, situada no Bairro Jardim das Américas em Curitiba, Estado do Paraná. A obra possui dois pavimentos, sendo o pavimento térreo destinado ao autoatendimento, guichês de atendimento, área de relacionamento e demais áreas técnicas; o segundo pavimento destina-se ao setor de relacionamento. A metragem total da edificação é 475,09 m², e o prazo para execução da obra foi de três semanas. A edificação em que a obra foi realizada foi entregue com a estrutura básica para a montagem da agência: paredes externas e internas de alvenaria, pintura, piso cerâmico, instalação de ar condicionado central, banheiros, forros e luminárias. No Quadro 4.9, a seguir, são apresentadas as principais atividades que foram realizadas na obra:

1	Serviços iniciais	1.1	Mobilização de pessoal, material e equipamentos
2	Serviços preliminares	2.1	Demolições, retiradas e remanejamentos
		2.2	Montagem de faixas de sinalização, tapumes, tela
3	Paredes e painéis	3.1	Montagem de divisórias e painéis leves

Continua

Conclusão

4	Esquadrias de madeira	4.1	Montagem de portas
5	Esquadrias metálicas	5.1	Montagem de painel e porta de fechamento
		5.2	Montagem de porta dupla de acesso
		5.3	Instalação de persiana e película
6	Revestimento de pisos	6.1	Instalação de piso tátil em borracha
		6.2	Montagem de piso elevado
7	Forro	7.1	Acabamentos no forro existente
8	Pintura	8.1	Pintura interna e portas
9	Instalações hidráulicas	9.1	Instalação de equipamentos e acessórios
10	Instalações elétricas	10.1	Instalação de sistemas de comunicação, segurança e automação
		10.2	Instalação de comunicações de voz e dados
		10.3	Instalações do <i>no-break</i>
		10.4	Instalação de iluminação de segurança
		10.5	Instalação de sistema de CFTV e controle de acesso
		10.6	Instalação de sistema de alarmes
		10.7	Instalações do autoatendimento
		10.8	Instalação de piso para sala técnica e sala de segurança
		10.9	Instalações de régua de tomada para mesas
11	Instalações especiais	11.1	Colocação de biombo de segurança
		11.2	Serviços de serralheria
		11.3	Colocação de mobiliário e acessórios
		11.4	Colocação de biombo
12	Serviços complementares	12.1	Limpeza

QUADRO 4.9 – Composição de atividades a serem realizadas na obra da Agência Jardim das Américas

FONTE: Construtora estudada (2008)

Algumas atividades não descritas acima foram realizadas ao longo da obra, entretanto não foram realizadas pela empresa. Estas atividades foram principalmente a montagem de carenagens para a instalação dos caixas eletrônicos e a montagem do mobiliário e guichês de atendimento. Mesmo não estando relacionadas no quadro anterior, estas atividades são de grande importância, pois interferiram diretamente no andamento de outras atividades realizadas pela empresa.

OBRA 2:

FIGURA 4.7 – Agência da Caixa Econômica Federal onde foi realizado o estudo de caso 02
FONTE: A autora (2008)

A obra 2, assim com a obra 1, foi uma obra contratada pela Caixa Econômica Federal (CEF) por meio de um processo licitatório, para a realização de obras internas de montagem de uma agência bancária, situada no Bairro Bigorriho em Curitiba, Estado do Paraná. A obra foi realizada em dois pavimentos, sendo o pavimento térreo destinado ao autoatendimento, guichês de atendimento, área de relacionamento e demais áreas técnicas; o segundo pavimento destina-se ao setor de relacionamento. A metragem total da edificação é 982,15 m², e o prazo para a execução de obra foi de quatro semanas. A edificação em que a obra foi realizada foi entregue com a estrutura básica para a montagem da agência: paredes externas e internas de alvenaria, pintura, piso cerâmico, instalação de ar condicionado central, banheiros, forros e luminárias. Uma característica importante desta obra é o fato da agência bancária do Bigorriho ser existente, e a nova estrutura receberia os equipamentos e mobiliários da estrutura existente. No Quadro 4.10, a seguir, são apresentadas as principais atividades que foram realizadas na obra:

1	Serviços iniciais	1.1	Mobilização de pessoal, material e equipamentos
2	Serviços preliminares	2.1	Demolições, retiradas e remanejamentos
		2.2	Montagem de faixas de sinalização, tapumes, tela
3	Paredes e painéis	3.1	Montagem de divisórias e painéis leves
4	Esquadrias de madeira	4.1	Montagem de portas
5	Esquadrias metálicas	5.1	Montagem de painel e porta de fechamento
		5.2	Montagem de porta dupla de acesso
		5.3	Instalação de persiana e película
6	Revestimento de pisos	6.1	Instalação de piso tátil em borracha
		6.2	Montagem de piso elevado
7	Forro	7.1	Acabamentos no forro existente
8	Pintura	8.1	Pintura interna e portas
9	Instalações hidráulicas	9.1	Instalação de equipamentos e acessórios
10	Instalações elétricas	10.1	Instalação de sistemas de comunicação, segurança e automação
		10.2	Instalação de comunicações, de voz e dados
		10.3	Instalações do <i>no-break</i>
		10.4	Instalação de iluminação de segurança
		10.5	Instalação de sistema de CFTV e controle de acesso
		10.6	Instalação de sistema de alarmes
		10.7	Instalações do autoatendimento
		10.8	Instalação de piso para sala técnica e sala de segurança
		10.9	Instalações de régua de tomada para mesas
11	Instalações especiais	11.1	Desmobilização de equipamentos, mobiliários e acessórios da agência antiga
		11.2	Transporte de equipamentos, mobiliários e acessórios da agência antiga
		11.3	Colocação de biombo de segurança
		11.4	Serviços de serralheria
		11.5	Montagem e colocação de mobiliário e acessórios
		11.6	Colocação de biombo
12	Serviços complementares	12.1	Limpeza

QUADRO 4.10 – Composição de atividades a serem realizadas na obra da Agência Bigorriho

FONTE: Construtora estudada (2008)

Assim como na primeira obra, algumas atividades não descritas acima foram realizadas ao longo da obra, entretanto não foram realizadas pela empresa, sendo a

mais importante delas a montagem de carenagens para a instalação dos caixas eletrônicos. Como na obra 1, estas atividades interferiram diretamente no andamento de outras atividades realizadas pela empresa.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

As obras estudadas apresentaram características bastante específicas em relação ao canteiro. Como explicado anteriormente, a obra ocorreu apenas na parte interna das edificações; sendo assim não esteve sujeita a intempéries, fator muitas vezes limitante e de difícil administração em obras convencionais.

O canteiro, mesmo sendo interno, apresentava poucas barreiras físicas, principalmente pelas características dos locais onde a obra ocorreu. Desta maneira, os limites internos existentes inicialmente foram apenas pilares e eventuais estruturas características da construção, como escadas.



FIGURA 4.8 – Barreiras físicas do canteiro de obras

FONTE: A autora (2008)

Outra característica favorável foi a existência de uma estrutura física básica para recepção e funcionamento de atividades necessárias, como locais para higiene pessoal dos trabalhadores, instalações sanitárias, copa e lavanderia.

No estágio inicial da obra, mesmo havendo todos os limites verticais e horizontais da construção existente, o acesso principal da edificação não apresentava quaisquer barreiras, ou seja, não existiam portas que possibilitassem o fechamento completo da obra. Ficou a cargo da própria construtora a execução desse fechamento do acesso principal. Este fator apresentou algumas limitações para a montagem inicial da estrutura da obra, impossibilitando uma delimitação segura do almoxarifado da obra, tanto de materiais como de ferramentas.

A obra ocorreu também em uma estrutura de fácil manutenção e limpeza, pois a estrutura entregue apresentava piso cerâmico em toda sua extensão, pintura base nas paredes, fechamento modular do forro e iluminação.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO

A empresa trabalhou com dois tipos de mão-de-obra para a realização dos trabalhos contratados. A primeira representava a mão-de-obra permanente da construtora, e a segunda, a mão-de-obra terceirizada, contratada para a execução de atividades e montagem de produtos específicos da obra.

A mão-de-obra permanente da construtora representou uma parcela de aproximadamente 70% dos trabalhadores atuantes na obra, variando este número de acordo com o momento da obra, com o cumprimento ou não do cronograma e com a situação momentânea da construtora.

Devido a um grande número de trabalhadores na obra terem sido de operários diretos da construtora, e também ao fato de não ter havido um planejamento adequado e formal das obras da construtora, no decorrer das obras era normal o deslocamento de operários entre diferentes obras da mesma construtora, fazendo com que o operário fosse direcionado àquele local onde havia um atraso em relação ao cronograma e fosse necessário o aumento da mão-de-obra para o cumprimento dos prazos.

Neste caso, normalmente a obra de onde eram retirados os operários passaria em uma situação futura a estar na mesma posição da obra anterior, ou seja, devido à retirada de parte da força de trabalho no decorrer dos serviços, esta

obra também passaria a descumprir o cronograma, tornando necessário em algum momento o aumento da mão-de-obra para que também fossem cumpridos os prazos. Ocorria desta maneira uma repetição cíclica dos mesmos erros pela construtora.

4.5 AGRUPAMENTO DE TAREFAS

As atividades realizadas nas obras estudadas podem ser divididas em diferentes grupos, que também representam diferentes enfoques de ação que foram utilizados pela construtora para estruturar os pacotes de tarefas. Existiam tarefas intermediárias, que foram locadas durante e entre o conjunto de atividades, entretanto elas não representaram gargalos nem impediram a continuidade dos serviços.

O grupo de atividades identificado como número 1 apresentou as atividades de fechamento e acabamento verticais; nela estavam presentes as paredes de gesso acartonado, preparo e pintura destas paredes e acabamento final das demais paredes, montagem e pintura das portas. Estas atividades ocorreram ao longo de toda a obra. Neste caso a montagem das paredes de gesso acartonado foi a primeira atividade a ser realizada nas obras. A construtora deu bastante ênfase a estas atividades, principalmente à montagem das paredes e à colocação das portas, pois elas geraram os espaços que foram posteriormente utilizados para armazenamento de materiais.

O segundo grupo de atividades apresentou o preparo e a instalação de toda a parte elétrica, de lógica e de telefonia contratada pelo cliente. Assim como o primeiro grupo, também ocorreu ao longo de toda a obra. Uma das principais atividades neste grupo foi a montagem dos quadros elétricos e dos *racks*, que deveriam estar em perfeito funcionamento ao término da obra, pois problemas nesses equipamentos poderiam impossibilitar o funcionamento da agência.

O terceiro grupo de atividades foi a montagem dos pisos elevados em determinadas áreas das agências. Apesar desta atividade ter ocorrido apenas em determinado momento da obra ela também representou um gargalo importante. Sem sua execução não seria possível a total realização do último grupo de atividades da obra.

O quarto e último grupo de atividades foi a montagem de mobiliários e de painéis leves. Neste grupo ocorreu a montagem de todo o mobiliário existente na agência, dos guichês de atendimento, dos mobiliários auxiliares de copa e demais instalações, além da montagem de painéis de divisórias modulares. Sem a execução destas atividades não seria possível a montagem final da parte de elétrica, de lógica e de telefonia da agência.

4.6 ESCOLHA DE FERRAMENTAS

A escolha das ferramentas a serem utilizadas neste estudo de caso resultou da união dos dados levantados na fase de revisão da literatura, daqueles obtidos pela realização do diagnóstico da construtora estudada e dos dados provenientes da caracterização da obra. As ferramentas também estão voltadas à concretização do objetivo principal desta pesquisa, ou seja, o desenvolvimento de diretrizes para a implantação de ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, proporcionando um aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte, obras com as características descritas anteriormente.

Da delimitação do diagnóstico da construtora estudada foram retiradas as principais informações para a definição das ferramentas a serem utilizadas. A identificação dos pontos a serem trabalhados levou a um processo de análise das ferramentas potenciais para a geração de melhorias, embasadas nos conceitos da construção enxuta. As ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta apresentadas na revisão de literatura da pesquisa, e que foram utilizadas como base para a definição daquelas a serem aplicadas são: cronograma *master*, *Last Planner*, *lookahead*, programa 5S, cartões de produção e gerenciamento visual.

Com base nestes dados foi criada uma matriz, na qual são identificadas as ferramentas a serem propostas para a construtora, com base nas características identificadas no diagnóstico. A matriz é apresentada no Quadro 4.11, a seguir:

	Problemas	Ferramentas	Motivação
Entrevista Estruturada	Necessidade de reduzir o tempo de ciclo	Cronograma <i>master</i> , <i>lookahead</i> , <i>Last Planner</i>	O planejamento permite a compressão do tempo das atividades e sua respectiva sequência, possibilitando uma redução do tempo de ciclo.
	Necessidade de simplificar através da minimização de número de passos e partes	Cartões de produção, padronização	Com o uso de cartões de produção as equipes realizam atividades que agregam valor ao produto, reduzindo o número de passos e partes. A padronização estabelece uma maneira otimizada de se ver como as atividades devem ser realizadas.
	Necessidade de focar controle em todo o processo	<i>Last Planner</i>	O uso do <i>Last Planner</i> permite a existência de um responsável pelo controle sobre todo o processo.
Observação Direta	Falta de planejamento de longo, médio ou curto prazo	Cronograma <i>master</i> , <i>lookahead</i> , <i>Last Planner</i>	O planejamento permite uma visão de todos os diferentes níveis de uma obra: longo, médio e curto prazo.
	Grande número de <i>buffers</i>	<i>Last Planner</i> , cartões de produção	Com a programação semanal são eliminados os <i>buffers</i> desnecessários. Com cartões de produção as equipes tomam conhecimento do que devem fazer, em termos de tempo e espaço.
Entrevistas informais	Falta de locais definidos para lixo	Programa 5S, dispositivos visuais	Com o uso do programa 5S e de dispositivos visuais é possível manter a organização e a limpeza do canteiro.
	Falta de locais definidos para armazenamento de materiais	Programa 5S, dispositivos visuais	Com o uso do programa 5S e de dispositivos visuais é possível manter a organização e a limpeza do canteiro.

QUADRO 4.0.11 – Esquema para estabelecimento das ferramentas a serem utilizadas nos estudos de caso

FONTE: A autora (2008)

As ferramentas propostas não foram aplicadas em sua totalidade nos dois estudos de caso, sendo feita inicialmente a aplicação de um conjunto de ferramentas na obra 01, seguidas por outro conjunto de ferramentas na obra 02, tendo como base os resultados obtidos na primeira obra.

4.7 IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS – OBRA 01

Com base nas ferramentas propostas para a construtora foi feita uma seleção inicial das mais adequadas para a implantação na obra da Agência Jardim das Américas e foi definido o nível de implantação. Para a seleção dessas ferramentas foram levadas em consideração as características da obra, a experiência dos operários que trabalhavam na obra e o grau de compreensão do engenheiro responsável sobre as ferramentas apresentadas a ele. Como resultado é possível observar no Quadro 4.12, a seguir, as ferramentas escolhidas para a aplicação e o nível da implantação.

Ferramentas	Nível de Implantação	Explicação
Cronograma <i>Master</i>	Implantação total	A construtora não utilizava qualquer tipo de planejamento.
<i>Last Planner</i>	Implantação total	Era fundamental a busca do planejamento e principalmente do controle da obra.
Cartões de Produção	Implantação total	Os cartões gerados eram dispostos em um painel da obra.
Programa 5S	Implantação parcial	Foram trabalhados inicialmente os sentidos de utilização, de organização e de limpeza.
Dispositivos visuais	Implantação parcial	Os dispositivos visuais utilizados eram apenas voltados à organização, à limpeza da obra e ao aumento da transparência.

QUADRO 4.12 – Ferramentas a serem aplicadas na obra 01

FONTE: A autora (2008)

O primeiro passo da implantação foi a definição do cronograma *master*, englobando todas as atividades a serem realizadas e seus respectivos prazos. Este

cronograma foi desenvolvido em conjunto com a diretoria da empresa, com o engenheiro responsável pela obra e com o auxílio da pesquisadora .

Em seguida, já na fase da obra, foi realizada uma explicação das ferramentas ao mestre-de-obras e aos encarregados das principais equipes. Esta etapa se deu por meio de uma reunião na obra, na qual foram apresentadas as ferramentas escolhidas, sua importância e seu funcionamento. Entretanto não estavam presentes nesta reunião os encarregados das equipes terceirizadas pela empresa, ficando a cargo do mestre-de-obras a cobrança do uso das ferramentas por essas equipes.

A aplicação do *Last Planner* ocorreu com base nos dados apresentado pelo mestre-de-obras; após a criação do cronograma semanal a planilha era encaminhada ao engenheiro da obra, que acompanhava a execução das atividades. A planilha do *Last Planner* era gerada para períodos de cinco dias, devido às informações dadas pelo mestre-de-obras, que por vezes não eram suficientemente detalhadas.

Ao longo da aplicação do *Last Planner* o mestre-de-obras adaptou-se à técnica utilizada e passou a fornecer informações mais completas e exatas. Após o preenchimento da planilha a pesquisadora fez um acompanhamento diário da obra, verificando, sem alterar a planilha, se as atividades propostas estavam sendo realizadas. Foi feita a verificação final ao término do prazo englobado pela planilha, obtendo um Percentual de Produção Concluída para o período. As planilhas preenchidas encontram-se nos apêndices.

Na primeira semana de análise não estavam sendo realizadas muitas atividades, fazendo com que o PPC fosse relativamente alto; ainda nessa semana a o nível do detalhamento das tarefas era pequeno, fazendo com que o PPC também se elevasse, o que pode ser observado no Gráfico 4.8, adiante. Na segunda semana ainda não havia um alto nível de detalhamento, mas as atividades foram realizadas; entretanto, notou-se o uso de *buffers* de tempo por parte do mestre-de-obras, fazendo com que o PPC também fosse elevado. Na terceira e última semana da obra, o mestre-de-obras passou a fornecer informações mais detalhadas; entretanto, por ser a semana de entrega da obra, nos últimos dias o planejamento por vezes não foi seguido, fazendo com que o PPC tivesse uma redução. Seguem o Quadro 4.13, com o memorial de cálculo dos PPC, e o Gráfico 4.8 com os PPC finais:

SEMANAS	09-15/10	16-21/10	21-26/10
Quantidade de atividades a serem executadas	3	7	9
Quantidade de atividades executadas	2	6	6
Quantidade de atividades não executadas	1	1	3
Cálculo	PPC = 3-1 / 3	PPC = 7-1 / 7	PPC = 9-3 / 9
PPC	75%	85,7%	66,7%

QUADRO 4.13 – Memorial de cálculo de PPC, obra 01

FONTE: A autora (2008)

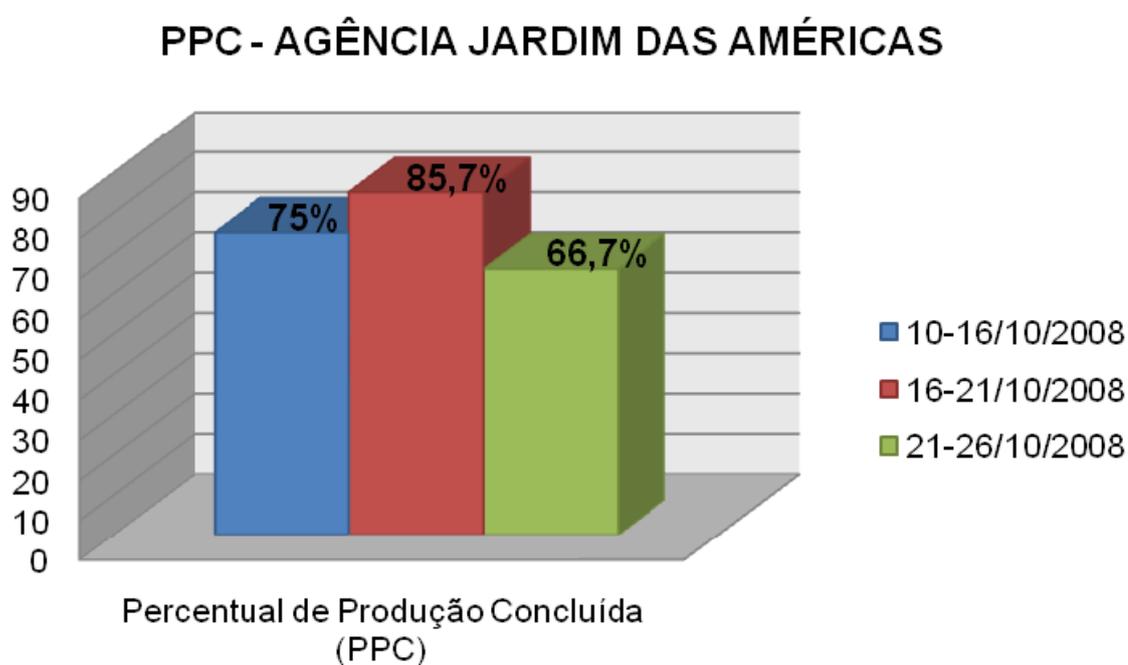


GRÁFICO 4.8 – Percentual de Produção Concluída da Obra 01 – Agência Jardim das Américas

FONTE: A autora (2008)

Com base nas informações obtidas no *Last Planner*, foram criados cartões de produção, nos quais as tarefas eram separadas por equipes e por atividades a serem realizadas. O cartão apresentava informações como o nome da obra, o número do serviço com base na planilha de atividades, a data para realização da tarefa, a equipe, a quantidade e a atividade a ser realizada, conforme a Figura 4.9, a seguir:

Cartão de Produção	
Agência Jardim das Américas	
Nº.	
Data:	
Equipe:	
Qtd.	

FIGURA 4.9 – Modelo do cartão de produção aplicado na obra
FONTE: A autora (2008)

Os cartões de produção eram afixados em um cronograma geral, de maneira que todos os operários pudessem visualizar tanto as atividades que deveriam ser realizadas por sua equipe por período como as atividades a serem realizadas por outras equipes no mesmo período. Este cronograma apresentava na sua parte superior os dias do mês, e logo abaixo eram afixadas por equipe as atividades a serem realizadas no respectivo dia previsto para seu início. Isto pode ser observado na Figura 4.10, a seguir:



FIGURA 4.10 – Cronograma geral de cartões de produção
FONTE: A autora (2008)

No início da obra a disposição e o armazenamento dos materiais da obra não se concentraram em apenas um ponto, sendo que parte do material era colocada em um local próximo ao de sua utilização, o que pode ser observado na Figura 4.11, a seguir. Outra parte do material era colocada logo após a entrada da obra. No decorrer da obra foi possível, por meio de dispositivos visuais e dos sensores do programa 5S, definir locais específicos e informados para armazenamento de parte dos materiais na obra, o que pode ser observado na Figura 4.12, adiante. Entretanto, mesmo com a definição destes locais, parte dos operários continuava a colocar os materiais em locais inapropriados.



FIGURA 4.11 – Disposição inicial dos materiais, próximos aos pontos de utilização

FONTE: A autora (2008)



FIGURA 4.12 – Disposição apropriada de materiais

FONTE: A autora (2008)

Parte do programa 5S aplicado estava voltada à limpeza da obra. Ao término de cada dia de trabalho era feita uma limpeza geral na obra, recolhendo os materiais inutilizados e demais dejetos de obra, que eram colocados em um local específico para o lixo. Entretanto, a empresa não forneceu um local apropriado para o lixo, sendo este retirado da obra de acordo com seu acúmulo. Desta maneira, não foi possível criar a separação do lixo para o aproveitamento posterior, quando fosse possível, ou para a reciclagem, conforme pode ser observado na Figura 4.13, a seguir:

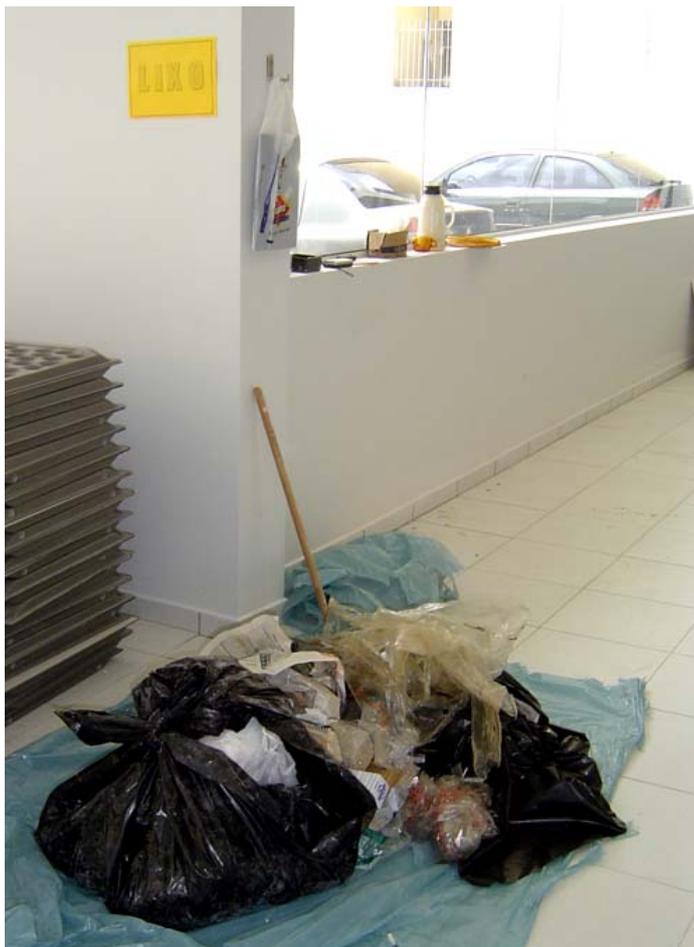


FIGURA 4.13 – Local destinado ao lixo diário da obra

FONTE: A autora (2008)

Buscando o aumento da transparência na obra, foi proposta a criação de um mural no qual estariam localizados os cartões de produção, alguns conceitos do 5S utilizados na obra e os principais projetos utilizados na obra. Este mural pode ser observado na Figura 4.14, a seguir. Entretanto, não foi disponibilizado à pesquisadora um local adequado para o mural e não foi repassado aos operários o seu conceito, tornando-o irrelevante no contexto geral da obra. Outro problema também encontrado foi a retirada de informações do mural, como a prancha de projetos.



FIGURA 4.14 – Situação inicial do painel de informações

FONTE: A autora (2008)

4.8 RESULTADOS OBTIDOS – OBRA 01

Com base na aplicação das ferramentas propostas na obra 01, foi possível obter algumas conclusões que auxiliaram na criação das diretrizes bases para a aplicação na obra 02. A aplicação das ferramentas se deu ao longo das três semanas em que ocorreu a obra, sendo a primeira semana destinada principalmente à adaptação e à aplicação inicial das ferramentas. As cinco ferramentas implantadas são discutidas individualmente a seguir:

CRONOGRAMA MASTER

A utilização do cronograma *master*, uma ferramenta de planejamento básica, foi escolhida conforme apresentado anteriormente devido ao fato da empresa não trabalhar com qualquer tipo de planejamento previamente. Apesar de ser uma ferramenta de nível estratégico e da obra apresentar uma curta duração, o cronograma auxiliou na percepção do conceito de planejamento pela empresa construtora.

Ao desenvolver o cronograma junto à engenharia da empresa foi possível perceber a existência de um conhecimento intermediário da sequência e do prazo das atividades principais; entretanto, não havia um conhecimento da ordem das

atividades menores existentes na obra. Este fator fez com que o planejamento criado não representasse a sequência e os prazos reais de execução da obra. No entanto, isso também auxiliou a engenharia a tomar interesse pelo conhecimento daquilo que realmente ocorria na obra.

Sendo assim, mesmo com caráter informativo para a empresa, optou-se por utilizar novamente esta ferramenta para o estudo de caso 02, pois desta maneira já haverá o conhecimento do conceito de planejamento e a engenharia estaria apta a criar um cronograma mais apropriado àqueles modelos de obra.

LAST PLANNER

O uso da ferramenta de *Last Planner* na obra foi fundamental para o conhecimento real da duração das atividades e sua sequência. Foi possível também estabelecer um maior nível de controle sobre as atividades realizadas e suas respectivas equipes. Conforme comentado anteriormente, o nível de detalhamento das atividades aumentou ao longo das atividades desenvolvidas em obra. Para tanto foi necessário contar com a adaptação do mestre-de-obras ao sistema em aplicação e também com o conhecimento da pesquisadora, que deveria saber o nível de detalhamento desejado.

A planilha era criada em obra, juntamente com o mestre-de-obras, por meio de reuniões de planejamento, que por vezes também contavam com a presença de alguns encarregados da obra. Após seu preenchimento, a planilha era repassada ao engenheiro da obra, que buscava acompanhar a realização das atividades junto ao mestre-de-obras. Isso permitia também ao engenheiro da obra estabelecer um controle pontual das atividades em execução.

A definição do intervalo de dias aplicados na planilha do *Last Planner* surgiu a partir do prazo das atividades apresentadas pelo mestre-de-obras, neste caso seis dias. Contudo, este intervalo foi estabelecido com base nas informações de pequeno detalhamento fornecidas. Para a execução desta obra as planilhas geradas foram suficientes para cumprir os propósitos da ferramenta, porém o intervalo apropriado para este modelo de obras, ou seja, pequenas e de curta duração, foi identificado como quatro dias. Este intervalo de quatro dias foi definido com base no período de execução dos pacotes de serviço verificados na obra 01, que apresentavam uma média de 04 dias nas atividades de maior duração, ou uma média de 02 dias nas

demais atividades. Pode-se verificar também uma maior qualidade da programação apresentada pelo mestre-de-obras para períodos inferiores àqueles utilizados neste primeiro estudo de caso.

O uso das planilhas do *Last Planner* possibilitou também ao engenheiro da obra e à pesquisadora realizar um melhor controle sobre a realização das atividades, permitindo medições pontuais das tarefas executadas, possibilitando ainda a verificação de problemas existentes na obra.

Esta ferramenta será utilizada no próximo estudo de caso, pois os resultados obtidos foram os esperados e os pontos a serem trabalhados foram identificados. Por meio do *Last Planner* foi possível aumentar a transparência de informações na obra. Houve também um interesse maior da construtora nesta ferramenta, o que gerou o incentivo para sua reutilização e melhoramento, com base nos problemas encontrados nesta aplicação.

CARTÕES DE PRODUÇÃO

A utilização dos cartões de produção apresentou inúmeros problemas ao longo da obra. Os cartões eram preenchidos em obra com base nas informações fornecidas pelo mestre-de-obras; sendo assim, seu baixo grau de detalhamento dificultava a definição de tarefas pontuais para as equipes, e também não eram fornecidos dados quantitativos para várias atividades, tornando difícil a medição do serviço realizado. Com a melhoria do detalhamento o problema da definição pontual de atividades foi resolvido; entretanto, o problema de dados quantitativos permaneceu.

Outro problema encontrado foi a falta de interesse do mestre-de-obras e da sua equipe no acompanhamento do quadro de atividades a serem realizadas pela equipe. O mestre-de-obras fornecia diretamente as atividades a serem realizadas para as equipes, de maneira verbal, sem incentivar o acompanhamento do cronograma de programação da obra afixado no mural.

O uso desta ferramenta seria apropriado em empresas que apresentam uma política de incentivo e treinamento dos envolvidos, de maneira que a empresa, o engenheiro da obra, o mestre-de-obras e os operários estejam comprometidos com o uso da ferramenta e reconheçam seus benefícios. Sendo assim, o uso dos cartões de produção não foi realizado no estudo de caso 02, pois os resultados obtidos não

foram apropriados e não foi possível identificar possibilidades de melhoria no uso da ferramenta em um curto espaço de tempo.

PROGRAMA 5S E DISPOSITIVOS VISUAIS

Os três primeiros conceitos do 5S foram utilizados no estudo de caso com o auxílio de dispositivos visuais, fornecendo informações visíveis a todos os presentes na obra. Os resultados obtidos não atingiram as expectativas iniciais. Isto se deveu principalmente ao fato dos materiais serem dispostos na obra sem a orientação da pesquisadora, antes da instalação dos dispositivos visuais. Porém, melhorias puderam ser obtidas na obra posteriormente, e um maior conhecimento da importância e do funcionamento do 5S pôde ser levado ao engenheiro e ao mestre-de-obras.

Estas ferramentas auxiliaram no aumento da transparência da obra, devido ao aumento da sua organização e limpeza. Um problema encontrado na aplicação dos conceitos foi a aceitação dos operários de obra em deixar os materiais nos seus devidos lugares e a cobrança por parte do mestre-de-obras para que eles o fizessem. A não existência de compartimentos para o depósito de lixo também foi um problema encontrado, pois impossibilitou sua separação e também prejudicou o aspecto visual do senso de limpeza.

A pesquisadora também encontrou problema quanto à criação e ao uso de um painel informativo, pois este não estava localizado no lugar apropriado e não era valorizado e utilizado pelos operários da obra. Isto se deu devido ao fato da construtora não fornecer um local apropriado para a instalação do mural e à falta de explicação de sua função aos operários presentes na obra.

Alguns problemas foram identificados principalmente no final da obra. Devido ao curto espaço de tempo para terminar todas as atividades necessárias foi difícil manter o funcionamento de parte das ferramentas aplicados nos últimos quatro dias da obra. Como por exemplo a manutenção da organização e da limpeza da obra e do controle das atividades em execução. Entretanto, apesar dos problemas encontrados houve sucesso na aplicação destas ferramentas, tendo em vista o fato de ser sua primeira aplicação. Sendo assim, estas ferramentas foram aplicadas

novamente no segundo estudo de caso, depois das devidas correções e adaptações.

4.9 DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES BASES

Após a realização do primeiro estudo de caso e da análise dos resultados obtidos foram criadas diretrizes bases para a implantação de ferramentas da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, voltadas ao aumento da transparência na obra. Com a aprendizagem obtida na aplicação inicial foi possível identificar os elementos principais a serem trabalhados e as melhorias necessárias para aumento no sucesso das implantações. Estas diretrizes foram aplicadas no estudo de caso 02, para que fosse verificada sua validade e para que os devidos ajustes fossem feitos. As diretrizes bases adotadas são apontadas na sequência:

1. Realizar um planejamento base para todo o período da obra:

- tornar visíveis as atividades desenvolvidas;
- buscar conhecer a sequência das atividades;
- realizar o planejamento da obra e o acompanhamento das atividades;
- utilizar cronogramas.

2. Buscar o envolvimento das partes interessadas (*stakeholders*) da obra:

- definir as lideranças (*stakeholders*) da obra;
- buscar meios para envolver as partes interessadas em reuniões e *workshops*.

3. Definir leiaute da obra com base nas atividades a serem desenvolvidas:

- definir locais destinados ao depósito de materiais, ferramentas e equipamentos, descarte de materiais, estações de trabalho para a realização de tarefas específicas, entre outros;
- realizar o leiaute em conjunto com mestre-de-obras e engenheiro;
- sinalizar e demarcar os locais definidos no leiaute da obra;
- manter os envolvidos informados sobre a obra;
- manter os envolvidos informados sobre a empresa e suas decisões gerenciais;
- uso de sinalizações verticais e horizontais, entre outros.

4. Aumentar a transparência do processo:

- padronizar o armazenamento: materiais, ferramentas, equipamentos e descarte de materiais;
- tornar visíveis prazos, metas, atividades e decisões gerenciais;
- estabelecer canais de comunicação em obras (sinalização, reuniões para manter os envolvidos informados etc.).

5. Identificar as atividades realizadas diariamente na obra:

- buscar aproximar a relação entre as atividades planejadas e executadas;
- definir atividades a serem realizadas em nível operacional (sugere-se o uso do *Last Planner*);
- definir intervalo de verificação adequado à obra estudada.

6. Manter controle sobre a realização das atividades:

- efetuar um maior controle da execução das atividades na obra;
- identificar problemas existentes e os possíveis desvios no planejamento;
- traçar medidas para a correção de problemas presentes durante a execução.

7. Manter o controle sobre a organização e a limpeza da obra:

- manter o controle sobre a organização e a limpeza da obra;
- buscar a limpeza constante das estações de trabalho e a organização geral da obra;
- implantar o programa 5S.

8. Fazer uma verificação do desenvolvimento da obra ao término das atividades:

- identificar os pontos de sucesso e os problemas encontrados ao término da obra; com base nestas informações traçar melhorias para futuras obras;
- criar uma base de dados individual da empresa, possibilitando a criação de indicadores internos.

4.10 IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS A PARTIR DAS DIRETRIZES BASES – OBRA 02

Após a realização do estudo de caso na obra 01 e a criação das diretrizes bases foi feita uma seleção das ferramentas a serem implantadas da obra 02, da Agência Bigorriho, e foi definido o nível de implantação destas ferramentas. Assim

como na obra 01, levaram-se em consideração as características da obra, a experiência dos operários que trabalhavam na obra e o grau de compreensão do engenheiro responsável sobre as ferramentas utilizadas na primeira obra. Também foi levado em conta o efeito aprendizagem obtido no primeiro estudo, com base nos resultados obtidos.

A implantação das ferramentas, exceto o *Last Planner* e o cronograma *master*, se deu a partir da segunda semana de trabalhos, pois houve uma sobreposição de uma semana entre as obras 01 e 02. Sendo assim, as diretrizes puderam ser formuladas e implantadas somente após o término do primeiro estudo de caso. O Quadro 4.14, a seguir, apresenta as ferramentas escolhidas e o nível de implantação.

Ferramentas	Nível de Implantação	Explicação
Cronograma <i>Master</i>	Implantação total	A construtora não apresentava qualquer tipo de planejamento.
<i>Last Planner</i>	Implantação total	Era fundamental a busca do planejamento e principalmente do controle da obra.
Planejamento <i>lookahead</i>	Implantação parcial	Notou-se a necessidade de conhecer previamente as restrições existentes na realização da obra.
5S	Implantação parcial	Foram trabalhados os sentidos de utilização, de organização e de limpeza.
Dispositivos visuais	Implantação parcial	Dispositivos visuais voltados à organização, à limpeza da obra e ao aumento da transparência.

QUADRO 4.14 – Ferramentas a serem aplicadas na obra 02

FONTE: A autora (2008)

Tendo como base as diretrizes criadas, a implantação seguiu o conhecimento gerado anteriormente. Sendo assim, o primeiro passo foi a realização de um planejamento base para todo o período da obra, por meio do desenvolvimento de um cronograma *master*. Após a realização do primeiro cronograma, a diretoria e o engenheiro da obra estavam mais preparados para a realização do cronograma. Eles utilizaram o conhecimento obtido também por meio do *Last Planner* para definir a sequência das atividades e suas durações de maneira

mais realista. Entretanto, devido a um problema nas instalações da obra, o cronograma criado teve que ser re-estruturado no início da obra.

A diretriz número dois, buscar o envolvimento das partes interessadas (*stakeholders*) da obra não foi realizada, pois as equipes e os demais envolvidos na realização da obra foram os mesmos da obra 01. Houve interesse da pesquisadora em realizar reuniões com aqueles que não estiveram presentes na reunião da obra 01, entretanto não houve disponibilidade das partes para participar de reuniões.

Em seguida houve a definição do leiaute da obra com base nas atividades a serem desenvolvidas. Neste caso a pesquisadora estudou os projetos e discutiu soluções com o mestre-de-obras para definir o melhor local para colocação de materiais, equipamentos e rejeitos da obra. Devido às características da obra era necessário estabelecer locais de fácil acesso de pessoas e materiais, levando em consideração a posição final do mobiliário a ser montado antes do término da obra.

Após a definição do leiaute do canteiro de obras foi criada uma sinalização na obra para o recebimento dos materiais. Esta sinalização constava de placas informando o tipo de material a ser colocado no local, e linhas horizontais colocadas no piso delimitando o espaço para os materiais mais volumosos, o que pode ser observado nas Figuras 4.15 e 4.16, a seguir.



FIGURA 4.15 – Demarcação horizontal para armazenamento de materiais

FONTE: A autora (2008)



FIGURA 4.16 – Materiais armazenados nos locais definidos por demarcação e placas
FONTE: A autora (2008)

Houve também uma demarcação para o depósito do lixo; entretanto, assim como na obra 01, a construtora não forneceu contêineres para a colocação do lixo, fazendo com que o lixo permanecesse aparente e não houvesse possibilidade de separação.

Não foi criado nesta obra o painel contendo informações da obra, projetos e cronogramas, pois assim como na obra 01 a construtora não forneceu um local apropriado para a montagem do painel, impossibilitando a montagem de um material apropriado que cumprisse seu objetivo informativo.

Assim como na obra 01, seguindo a diretriz 5, foi utilizado o *Last Planner* para identificar as tarefas a serem realizadas diariamente na obra. Como o mestre-de-obras já tinha a experiência da obra 01, o grau de detalhamento das informações utilizadas para o preenchimento das planilhas era maior, permitindo a realização de um planejamento para o prazo de quatro dias. As informações colhidas em planilhas eram enviadas ao engenheiro da obra, que fazia o acompanhamento junto ao mestre-de-obras com base nas atividades descritas.

Após o término do período definido em planilha era feita a verificação de execução das tarefas, obtendo o PPC do período. Neste caso estava sendo utilizada a diretriz 6 (manter o controle sobre a realização das tarefas). Seguem o Quadro 4.15, com o memorial de cálculo dos PPC, e o Gráfico 4.9, com os PPC finais:

SEMANAS	16-20/10	21-24/10	25-27/10	28-31/10	01-05/11	06-09/10
Quantidade de atividades a serem executadas	3	3	1	4	6	7
Quantidade de atividades executadas	1	1	1	1	3	7
Quantidade de atividades não executadas	2	2	0	3	3	0
Cálculo	PPC = 3- 2/3	PPC = 3- 2/3	PPC = 1- 0/1	PPC = 4- 3/4	PPC = 6- 3/6	PPC = 7- 0/7
PPC	33,3%	33,3%	100%	25%	50%	100%

QUADRO 4.15 – Memorial de cálculo de PPC, obra 02

FONTE: A autora (2008)



GRÁFICO 4.9 – Percentual de Produção Concluída da Obra 01 – Agência Bigorriho

FONTE: A autora (2008)

Os PPCs obtidos na obra apresentaram-se bastante variados, principalmente por um detalhamento maior das atividades, pela necessidade de remanejamento de equipes entre as duas obras no início das obras, e pelo problema de instalações na edificação, comentado anteriormente. As duas primeiras análises foram prejudicadas pela insuficiência da equipe, pois alguns operários estavam sendo direcionados à obra 01. A terceira análise foi de 100% pois havia apenas uma atividade em

execução. As três últimas análises seguiram a programação normal da obra, sendo a última também de 100% pois era o período final da obra, portanto todas as atividades deveriam ser executadas. Entretanto, nesta última semana foi possível perceber que várias atividades que não foram especificadas pelo mestre-de-obras ocorreram, fazendo com que houvesse variações nos dias em que as atividades eram realizadas. As planilhas preenchidas e os respectivos problemas encontrados nos períodos de análise são apresentadas nos apêndices.

Em paralelo ao *Last Planner* iniciou-se a aplicação do planejamento *lookahead* nas últimas duas semanas da obra. Esta ferramenta não tinha sido utilizada anteriormente, pois era necessário certo grau de familiarização com os conceitos de planejamento e controle por parte do mestre-de-obras e do engenheiro da obra. O planejamento era feito pela pesquisadora na semana anterior à realização das tarefas, e abrangia o período de uma semana. Eram identificadas as tarefas a serem realizadas, com base no cronograma *master* revisado para a semana em questão, e eram apontados os recursos necessários para a realização destas tarefas.

Neste caso, o uso do período de abrangência da planilha de *lookahead* foi estipulado em uma semana, devido ao fato do ambiente encontrado nas obras de curto prazo ser altamente dinâmico, apresentando constantes alterações de planejamento a médio prazo. Sendo assim, ao trabalhar com períodos superiores a uma semana podem ocorrer perdas no planejamento pois as atividades apresentadas no *lookahead* podem não representar a realidade da obra. Ao realizar o planejamento para uma semana há uma maior garantia deste planejamento representar as atividades que estarão realmente acontecendo, bem como identificar possíveis problemas e restrições impostos a estas atividades.

Assim como na obra 01, abrangendo os conceitos da diretriz 07 (manter o controle sobre a organização e limpeza da obra), ao término de cada dia de trabalho era feita uma limpeza geral da obra, recolhendo os materiais inutilizados e demais detritos de obra, que eram colocados em um local específico para o lixo. Permanecia, como citado anteriormente, o problema da falta de locais apropriados para o depósito do lixo, como pode ser observado na Figura 4.17, a seguir:



FIGURA 4.17 – Local destinado ao depósito de lixo

FONTE: A autora (2008)

4.11 RESULTADOS OBTIDOS – OBRA 02

Os resultados discutidos a seguir são baseados nas diretrizes compostas após a realização da obra 01. A implantação das diretrizes se deu a partir da segunda semana da obra; entretanto, algumas ferramentas foram implantadas após o início da obra e serviram de apoio ao uso das diretrizes. A análise dos resultados obtidos foi feita com base nas diretrizes propostas.

REALIZAR UM PLANEJAMENTO BASE PARA TODO O PERÍODO DA OBRA

Assim como na obra 02, o cronograma *master* foi escolhido para a realização de um planejamento base para toda a obra devido ao fato da empresa ainda estar se adaptando aos conceitos de planejamento. Mesmo sendo uma ferramenta de nível estratégico, o cronograma auxiliou na aplicação dos conceitos aprendidos pela empresa anteriormente, além de permitir a revisão da sequência e do prazo das atividades vistos no primeiro estudo de caso.

Ao desenvolver o cronograma junto à engenharia da empresa pôde ser percebido um maior nível de conhecimento, principalmente sobre a sequência das atividades. Seu uso permitiu aos criadores do cronograma exercer uma função crítica sobre os fatores ocorridos na obra 01, fazendo com que houvesse uma reflexão sobre a execução das atividades e os resultados obtidos. Desta maneira, houve a alteração na sequência de algumas atividades, buscando melhorar a eficiência geral da obra. Sendo assim, a transparência gerada pelo cronograma permitiu a visualização de problemas antes não identificados.

Devido ao sucesso nas duas obras, principalmente visando situações em que não há qualquer tipo de planejamento das obras, a pesquisadora optou pela manutenção da aplicação do cronograma *master* como ferramenta auxiliar para a diretriz 01.

BUSCAR O ENVOLVIMENTO DAS PARTES INTERESSADAS (STAKEHOLDERS) DA OBRA

A organização de reuniões entre a pesquisadora e as partes interessadas foi uma ferramenta de bastante importância para a explicação dos conceitos a serem aplicados na obra e para o engajamento daqueles que dela participaram. Entretanto, assim como na primeira obra, os resultados esperados não foram atingidos, pois alguns dos envolvidos não participaram da reunião, fazendo com que os conceitos não fossem totalmente compreendidos, resultando na subutilização das ferramentas aplicadas e na falta de comprometimento com seu uso por parte de alguns envolvidos. O maior problema encontrado foi com as equipes terceirizadas e com os fornecedores, que estavam presentes constantemente na obra.

Grande parte dos interessados na obra estava a par do funcionamento das ferramentas, o que facilitou suas aplicações e usos. Contudo, quanto maior o envolvimento dos interessados, maior o sucesso na implantação das ferramentas. Outro fator importante identificado pela pesquisadora foi a necessidade do engajamento também dos operários da obra. Isto seria possível se fossem realizados *workshops* voltados aos operários, além de uma divulgação na própria obra, por parte da construtora, incentivando o uso das ferramentas.

DEFINIR LEIAUTE DA OBRA COM BASE NAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS / AUMENTAR A TRANSPARÊNCIA DOS PROCESSOS

A definição dos locais a serem utilizados para depósito de materiais, resíduos de obra e áreas de trabalho, obteve o sucesso esperado. Houve uma grande evolução da obra 01 para a obra 02 em se tratando da localização dos materiais, na qual grande parte dos materiais estava localizada em locais específicos, auxiliando na organização da obra, e respeitando parte dos conceitos apresentados no 5S.

Um problema que permaneceu nesta obra foi a falta de locais apropriados para o depósito de lixo e sua separação. Neste caso, conforme comentado anteriormente, apesar de haver um local destinado ao lixo, este não era adequadamente armazenado, causando problemas de ordem visual e problemas de transporte e descarte posteriores.

Outro fator bastante importante foi a sinalização, que auxiliou na manutenção dos espaços definidos na diretriz anterior. Assim como na obra 01, os três primeiros conceitos do 5S foram utilizados no estudo de caso com o auxílio de dispositivos visuais, fornecendo informações visíveis a todos os presentes na obra.

Estas ferramentas também auxiliaram no aumento da transparência da obra, devido ao aumento da sua organização e limpeza. Houve a repetição de um problema encontrado na aplicação dos conceitos, que foi a aceitação dos operários da obra em deixar os materiais nos seus devidos lugares e a cobrança por parte do mestre-de-obras para que eles assim o fizessem.

A falta de um local apropriado fez com que a pesquisadora não fizesse a instalação de um painel informativo. Seu uso efetivo teria sido importante para a motivação e a informação dos operários. Entretanto, o painel teria efeito apenas se sua função fosse devidamente explicada aos operários presentes na obra, o que poderia ser atingido com a realização de *workshops*.

IDENTIFICAR AS ATIVIDADES REALIZADAS DIARIAMENTE NA OBRA

O *Last Planner* nesta obra passou a atingir seu objetivo de puxar a produção e proporcionar uma melhoria no planejamento da obra. Foi possível fazer com que o mestre-de-obras pensasse pontualmente nas atividades a serem executadas,

gerando um maior detalhamento do cronograma por meio de pacotes de serviços menores. O período utilizado para a aplicação das planilhas foi apropriado, variando de três a quatro dias de acordo com o teor das tarefas.

Os resultados obtidos no *Last Planner* foram bastante variados, pois a empresa ainda se encontrava em um período de adaptação ao uso da ferramenta, além de apresentar uma rotatividade de mão-de-obra e períodos de pouca atividade. Entretanto, pôde-se notar ao longo da obra uma tendência à regularidade na execução das tarefas, mesmo sendo necessário ainda algum ajuste na programação dos prazos. Pôde-se também notar a redução no uso de *buffers* de tempo por parte do mestre-de-obras, o que levou a PPCs menores em comparação com a obra 01.

MANTER CONTROLE SOBRE A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Foi possível estabelecer um maior nível de controle sobre as atividades realizadas e suas respectivas equipes com o acompanhamento das planilhas geradas no *Last Planner*. O controle foi realizado pela pesquisadora, na verificação das planilhas e na geração dos PPCs, e pelo engenheiro da obra, que recebia as planilhas e verificava a realização das tarefas com base nelas. O engenheiro também recebia os PPCs por período, juntamente com a relação das justificativas para o não cumprimento das atividades.

Dentre os problemas encontrados durante a execução, houve uma maior ocorrência de problemas relacionados à falta de pessoal para a execução das tarefas; neste caso normalmente as equipes estavam sendo utilizadas em outras obras; também ocorreram problemas relacionados à programação, em que o tempo previsto pelo mestre-de-obras era inferior àquele necessário para a execução da tarefa.

MANTER O CONTROLE SOBRE A ORGANIZAÇÃO E A LIMPEZA DA OBRA

A responsabilidade de controle sobre a organização e a limpeza da obra era de responsabilidade do mestre-de-obras. A limpeza da obra era realizada ao término de cada dia de trabalho e eram retirados dos locais voltados ao armazenamento de materiais apenas aqueles que eram necessários para a realização do trabalho no período respectivo, respeitando o senso de utilização.

O controle pôde ser considerado um sucesso, com exceções relativas a armazenamento de materiais não utilizados e equipamentos por parte dos operários, que, como citado anteriormente, relutavam no cumprimento da determinação de deixar os materiais nos seus devidos lugares.

FAZER UMA VERIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA OBRA AO TÉRMINO DAS ATIVIDADES

Esta análise trata da verificação do desenvolvimento da obra, a análise dos resultados obtidos. Com ela é possível identificar os pontos positivos e negativos na realização da obra, bem como gerar conhecimento sobre a própria empresa, fornecendo números e informações de obra que podem posteriormente gerar indicadores próprios da empresa.

Outra ferramenta aplicada nesta obra, que não foi englobada até então pelas diretrizes, é o planejamento *lookahed*. Apesar de ter sido aplicado apenas nas duas últimas semanas da obra, foi importante para fornecer um auxílio ao *Last Planner*, visto o pequeno espaço de tempo existente entre seu planejamento no *lookahead* e sua execução verificada pelo *Last Planner*. A planilha era feita pela pesquisadora e repassada ao engenheiro de obra que, quando possível, tomava as atitudes necessárias para a liberação da atividade.

Assim como na obra 01, nos últimos dias da obra 02 houve uma maior dificuldade para manter a aplicação das ferramentas, principalmente aquelas voltadas à organização e à limpeza da obra. Devido ao curto espaço de tempo para o término das atividades, a obra não era completamente limpa ao término do dia e os materiais não eram devolvidos ao local indicado. Como comentado anteriormente, também houve dificuldade em manter controle das atividades em execução e suas respectivas equipes.

4.12 DIRETRIZES FINAIS

Ao término da análise dos resultados obtidos na obra 02, houve uma revisão das diretrizes bases propostas. A função principal das diretrizes revisadas permaneceu sendo a implantação de ferramentas voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, voltadas ao

aumento da transparência na obra. É importante comentar a existência de trabalhos que apresentam diretrizes para o uso de princípios da construção enxuta, como o de Bernardes (2001); entretanto estes trabalhos foram realizados em empresas de médio porte e principalmente em obras com prazos e tamanhos distintos daqueles propostos por esta pesquisa, ou seja, obras de pequeno porte e curto prazo. Sendo assim, estas diretrizes estão voltadas especificamente a estes modelos de obra, pequenas e rápidas.

Com a aprendizagem obtida na aplicação destas diretrizes na obra 02 foi possível identificar os elementos principais a serem trabalhados e as melhorias necessárias para aumento no sucesso das implantações. São as seguintes as diretrizes finais propostas neste trabalho:

1. Realizar um planejamento base para todo o período da obra: É importante a empresa ter conhecimento da sequência das atividades e de suas durações, para que haja uma maior semelhança entre o planejamento e a execução. Uma maneira de se atingir este objetivo é fazer com que os envolvidos pensem na organização dos trabalhos. Para tanto, a ferramenta proposta é o cronograma *master*, que apresenta apenas um caráter informativo, porém que leva os envolvidos a pensarem pontualmente em cada uma das atividades, principalmente nas obras de curta duração.

2. Buscar o envolvimento das partes interessadas (*stakeholders*) da obra: Para que haja sucesso na implantação das ferramentas é fundamental o envolvimento das partes interessadas na obra, como a diretoria da empresa, a engenharia da obra, o mestre-de-obras, os encarregados e os fornecedores. Uma maneira de buscar este envolvimento é realizar reuniões voltadas à explicação das ferramentas a serem aplicadas, do seu funcionamento e da sua importância.

3. Realizar o treinamento da mão-de-obra para maximizar os benefícios das ferramentas aplicadas: O conjunto de operários presentes na obra faz parte do grupo de partes interessadas; sendo assim também deve ser devidamente treinado e informado para a utilização das ferramentas aplicadas. Os operários, na realidade, são aqueles diretamente envolvidos com a realização das atividades; sendo assim, seu conhecimento das ferramentas é fundamental para o sucesso na implantação. Neste caso é necessária a realização de *workshops* direcionados aos operários, nos quais serão explicados os conceitos a serem implantados, permitindo maior interesse e engajamento deles.

4. Definir o leiaute da obra com base no desenvolvimento das atividades: Antes da obra começar é importante a definição dos locais da obra destinados ao depósito de materiais, ferramentas e equipamentos, a localização de local para descarte de materiais, de estações de trabalho para a realização de tarefas específicas, entre outros. Para tal deverá ser realizada uma reunião com o engenheiro e o mestre-de-obras, na qual serão discutidos os locais apropriados para a colocação de cada um dos itens descritos anteriormente. Deve-se levar em conta a melhoria de fluxos na definição do leiaute, de maneira que haja a minimização de desperdícios de tempo e esforço dos operários. Para que algumas das ferramentas sejam utilizadas de maneira eficiente também é importante sinalizar e demarcar os locais definidos no leiaute da obra; manter os envolvidos informados sobre a obra, apresentando projetos, cronogramas, prazos, planejamentos semanais e demais fatores relevantes da obra; manter os envolvidos informados sobre a empresa, apresentado dados da construtora, contatos, política da empresa, principais objetivos, entre outras características; e reforçar as ferramentas implantadas na obra, com informações, conceitos e lembretes. Para tal podem ser utilizadas sinalizações verticais, como placas de sinalização, ou sinalizações horizontais, como demarcações no piso, painéis informativos, bem como outros itens que se apresentem relevantes para aumentar a transparência no canteiro de obras.

5. Aumentar a transparência do processo: Para a implantação da transparência na indústria da construção civil em obras pequenas e de curto prazo alguns fatores são importantes: identificação e redução das interdependências entre as unidades de produção; estabelecimento de um programa de manutenção básica para eliminar a desordem, como o uso do programa 5S; modificações no leiaute e utilização de sinalizações adequadas para tornar o processo diretamente visível; identificação de instruções sobre produtos e procedimentos na área de trabalho; utilização de controles visuais, tais como cartazes e fluxogramas para facilitar a qualquer pessoa reconhecer de imediato os padrões e desvios; e a utilização de medições para tornar visíveis atributos do processo.

6. Identificar as atividades realizadas diariamente na obra: O planejamento geral da obra é utilizado para criação de uma base para a realização das atividades; entretanto, as atividades a serem executadas devem ser definidas ao longo do desenvolvimento da obra, aproximando o planejamento da obra de sua execução. A ferramenta utilizada neste caso é o *Last Planner*, que trabalha o planejamento de

curto prazo da obra. O prazo verificado pelo *Last Planner* varia de acordo com o período da obra e com as quantidades de tarefas e produtos a serem realizados. Para as obras com duração de um mês o prazo indicado apropriado é de três a quatro dias por planilha.

7. Tomar conhecimento das restrições presentes na obra: Em obras de curta duração é importante conhecer eventuais problemas, limitações e restrições existentes para a realização de cada uma das atividades; para tanto é importante criar um planejamento de médio prazo para a obra. Entretanto, apesar da curta duração da obra, é indicada a realização deste cronograma mais de uma vez para que seja possível realizar os ajustes necessários durante o decorrer da obra. A ferramenta indicada para atingir este objetivo é o planejamento *lookahead*, no qual são indicadas as tarefas a serem realizadas e suas respectivas demandas. Para o uso do *lookahead* nestes modelos de obra propõe-se: identificar as atividades a serem realizadas em médio prazo na obra com base no planejamento de longo prazo; identificar a duração do período englobado na planilha de acordo com as atividades a serem realizadas e com o prazo visto como apropriado para a remoção de restrições e problemas; e fazer uma revisão constante da planilha do *lookahead* para que todas as atividades a serem realizadas se encontrem de fato na planilha.

8. Manter controle sobre a realização das atividades: Com o uso do *Last Planner* é possível efetuar um maior controle da execução das atividades na obra. É importante a realização desta verificação, de maneira que os problemas existentes e os possíveis desvios sejam identificados e posteriormente corrigidos para uma melhor execução da obra. Um controle informal também pode ser feito durante a execução das atividades, para que sejam tomadas as devidas medidas para a correção de problemas presentes durante a execução, aproximando o planejado ao executado na obra. Para o uso do *Last Planner* nestes modelos de obra é importante: obter um grau de detalhamento apropriado para que a medição das atividades possa ser feita corretamente; estabelecer um período para preenchimento da planilha adequado de acordo com as características das atividades a serem realizadas na obra; realizar o preenchimento da planilha com base nas informações fornecidas pelo mestre-de-obras e encarregados, se possível com a realização reuniões periódicas nas quais os envolvidos se comprometam à realizar aquilo a que se propõem; e manter controle sobre a realização das atividades por meio da verificação do planejado e do executado ao término do período apresentado na

planilha, possibilitando medições de produtividade e a identificação dos problemas presentes ao longo do processo produtivo.

9. Manter o controle sobre a organização e limpeza da obra: Outro tipo de controle importante para o desenvolvimento das atividades é o controle sobre a organização e limpeza da obra. Devem ser cobradas por parte do mestre-de-obras e dos encarregados a limpeza constante das estações de trabalho e a organização geral da obra, fazendo com que sejam respeitados os sensores do programa 5S, garantindo a transparência na obra, a saúde e segurança dos operários e a qualidade de vida do canteiro de obras.

10. Fazer uma verificação do desenvolvimento da obra ao término das atividades: Após o término da obra é importante identificar os pontos de sucesso e os problemas encontrados ao longo da obra. Por meio desta verificação é possível traçar melhorias para futuras obras, melhorar o conhecimento sobre o modelo da obra (neste caso obras pequenas e de curta duração), e criar uma base de dados individual da empresa, possibilitando a criação de indicadores internos, possibilitando uma retroalimentação de dados para uma próxima obra. Tomando estas ações a empresa se compromete a buscar um dos princípios apresentados por Koskela (1992), buscar a melhoria contínua, e por Womack e Jones (1990), a perfeição.

5 CONCLUSÕES

O problema da pesquisa abordou a questão: Como implantar ferramentas da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, proporcionando o aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte?

A partir do problema delineou-se o objetivo principal da pesquisa, de desenvolver diretrizes para a implantação de ferramentas de construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obra, proporcionando um aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte. Para alcançar este objetivo, foram desenvolvidos individualmente os objetivos específicos, que atuaram como uma base estruturadora dos estudos de caso realizados, juntamente com a fundamentação encontrada na revisão de literatura.

As ações iniciais traçadas para definição e implantação das ferramentas propostas surgiram com base nos estudos encontrados na bibliografia e no desenvolvimento do primeiro objetivo específico. O diagnóstico do cenário atual da construtora levou a pesquisadora ao conhecimento do ambiente estudado, auxiliando na identificação das limitações organizacionais e funcionais existentes. Os métodos utilizados para a realização do diagnóstico demonstraram-se satisfatórios. Com o uso da entrevista estruturada proposta por Carvalho (2008) foi possível submeter a construtora a uma avaliação completa do ponto de vista da construção enxuta, permitindo visualizar os principais pontos a serem trabalhados em direção à inserção da construtora em um ambiente *lean*. As entrevistas informais e a observação direta do ambiente realizadas pela pesquisadora levaram à validação das conclusões obtidas na entrevista estruturada, com eventuais distorções encontradas nas respostas sendo posteriormente verificadas e reavaliadas.

Após a identificação das principais características da empresa e sua situação atual foi possível iniciar o processo de criação de um modelo de planejamento para obras de curta duração que pudesse ser aplicado em outros empreendimentos da mesma natureza na empresa. Neste momento iniciou-se a interação direta da pesquisadora nas atividades desenvolvidas pela empresa, adentrando o ambiente da pesquisa-ação. Ações modificadoras foram discutidas e propostas à empresa em que se realizaram os estudos de caso. A criação de um modelo de planejamento para as obras estudadas sofreu interferência direta dos responsáveis pela obra;

neste caso houve sucesso na inserção dos conceitos de planejamento na construtora. Em paralelo, na fase de desenvolvimento dos estudos de caso, foi possível verificar o funcionamento do planejamento realizado e efetuar correções e complementações necessárias ao longo do processo. A definição das ferramentas a serem implantadas foi realizada junto ao planejamento, após a apresentação dos conceitos e ferramentas de construção enxuta realizadas à engenharia e à diretoria da empresa. Parte dos conceitos apresentados foi bem aceita pela construtora, surgindo interesses especiais quanto ao uso do *Last Planner* e dos demais modelos de planejamento.

Durante a implantação das ferramentas propostas foi possível identificar aquelas que foram apropriadas e aquelas inadequadas para a situação e o modelo de obras estudados. Neste caso a realização de dois estudos de caso em momentos distintos, mesmo havendo sobreposição de alguns dias entre as obras, mostrou-se válida, pois possibilitou a avaliação da implantação realizada. Isto permitiu a revisão das ferramentas e dos métodos de implantação propostos e sua posterior validação no segundo estudo de caso.

O uso do cronograma *master* em ambas as obras mostrou-se importante para o contexto da empresa, levando à sua inserção no conjunto de diretrizes propostas. Como comentado anteriormente, ele auxiliou os responsáveis pela obra a terem um maior conhecimento da sequência e do prazo das atividades; entretanto, seu maior ganho foi a apresentação dos conceitos de planejamento à construtora. As demais ferramentas de planejamento e controle também obtiveram sucesso em sua implantação. O uso do *Last Planner* e das demais ferramentas de planejamento e controle levou a um melhor controle da obra e permitiu ao engenheiro um maior conhecimento do desenvolvimento de sua obra. O sucesso na implantação desta ferramenta fez com que a empresa considerasse seu uso em outros modelos de obras realizadas pela construtora, não apenas em obras rápidas e de pequeno porte. Apesar de aplicado apenas no segundo estudo de caso, o planejamento *lookahead* também foi de grande valia para o conjunto de ferramentas propostas. Seu uso permitiu ao engenheiro o conhecimento das atividades a serem realizadas em médio prazo, dentro do contexto de obras estudadas, além de permitir a visualização de restrições presentes ao longo da obra.

Os problemas mais relevantes encontrados durante os estudos de caso foram referentes às ferramentas voltadas à organização do canteiro de obras. A

implantação parcial dos cinco sentidos permitiu uma maior limpeza e organização da obra; entretanto, a eficiência no cumprimento dos três sentidos aplicados (senso de utilização, senso de organização e senso de limpeza) não atingiu as expectativas da pesquisadora. Apesar da apresentação dos conceitos ao engenheiro, ao mestre-de-obras e aos encarregados, foi difícil manter o uso completo dos sentidos, pois os principais envolvidos nas atividades de conversão, os operários, não receberam o treinamento e o incentivo adequados para a aplicação dos sentidos. Juntamente com o uso dos sentidos, a utilização dos dispositivos visuais também sofreu os mesmos problemas; mesmo havendo demarcação dos locais, os trabalhadores não tinham conhecimento e incentivo para seu uso apropriado, ficando apenas a cargo do mestre-de-obras a cobrança pela manutenção e organização do canteiro. Pôde-se verificar também um problema relacionado a questões de investimento financeiro da construtora quanto ao uso dos sentidos e dos dispositivos visuais: o fornecimento de lixeiras e de espaços apropriados a murais não foi realizado devido à necessidade de compra destes materiais.

Discutindo mais a fundo as questões relacionadas ao treinamento da mão-de-obra, Amaral (1999) alega que inovações sociais, culturais, econômicas e principalmente tecnológicas esbarram no problema da desqualificação da mão-de-obra, o que se enquadra perfeitamente nos estudos de caso realizados. Segundo a autora, para uma empresa se manter competitiva e se adaptar às inovações é necessário investir na educação e no desenvolvimento dos seus profissionais. A empresa deve proporcionar ao operário a possibilidade de sua melhoria profissional; a partir desta melhoria deve-se criar um ambiente organizacional que o permita contribuir até os limites do seu desenvolvimento profissional e habilidades pessoais.

A partir da implantação das ferramentas propostas, o terceiro objetivo específico pôde ser realizado. As ferramentas aplicadas no estudo atuaram como base para a construção das diretrizes voltadas à implantação destas mesmas ferramentas. A realização dos dois estudos de caso permitiu a revisão e a validação das diretrizes.

É importante ressaltar que as diretrizes foram criadas para obras de pequeno porte e de curta duração, além de estarem voltadas à organização, ao planejamento e ao controle de obras. Este fato não significa que estas diretrizes possam ser aplicadas da mesma forma em modelos diferentes de obras. Para essa aplicação, é

necessário que novos estudos sejam feitos, apresentando adaptações e ajustes ao modelo original.

O uso das ferramentas de planejamento levou à transparência dos processos, em relação à sua sequência e à sua distribuição. Isto permitiu ao comando da obra (engenheiro e mestre-de-obras) manter um maior conhecimento das atividades em execução e daquelas a serem executadas, possibilitando a transparência também quanto à produtividade e à eficiência das equipes. Foi possível alcançar em grande parte a transparência física do ambiente, com o uso do programa 5S e dos dispositivos visuais. Entretanto, alguns problemas foram encontrados, conforme descritos anteriormente, o que levou a obra a momentos de desorganização e sujeira, principalmente à medida que o prazo final da obra se aproximava, resultando conseqüentemente em uma transparência física insuficiente do canteiro.

Como conclusão pode-se dizer que a pesquisa atingiu seus objetivos geral e específicos, gerando um conjunto de diretrizes voltadas à implantação de ferramentas de construção enxuta dentro das áreas propostas e respondendo à questão encontrada no problema da pesquisa.

5.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Este trabalho foi desenvolvido para ser aplicado a empresas construtoras de pequeno porte e a obras também de pequeno porte e de curta duração. Sendo assim, as diretrizes criadas devem ser utilizadas apenas em obras com estas características. Aplicações em modelos distintos a este devem ser estudadas e devidamente ajustadas de acordo com as características da obra em questão.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram identificados temas relevantes relacionados ao campo de estudos desta pesquisa. Algumas sugestões são feitas para a realização de trabalhos futuros de pesquisa científica, voltadas à continuidade dos trabalhos realizados e também ao desenvolvimento de novos temas:

a) aplicação das diretrizes geradas por esta pesquisa em um maior número de obras e em empresas distintas, fazendo os devidos ajustes e re-estruturações para sua validação e aperfeiçoamento;

b) criação de diretrizes voltadas à aplicação de ferramentas da construção enxuta para as áreas de produtividade e custos em obras de pequeno porte e curta duração;

c) desenvolvimento de um sistema de padronização de atividades e criação de pacotes de serviços para obras de pequeno porte e curta duração, baseados nos conceitos da construção enxuta;

d) desenvolvimento de um programa para treinamento e capacitação de mão-de-obra seguindo os conceitos da construção enxuta para a realização de obras de pequeno porte e curta duração.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M.; CARDOSO, L. R. **O futuro da indústria da construção civil: construção habitacional**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC, Instituto Euvaldo Lodi - IEL/Núcleo Central, Brasília, 2005.

AMARAL, T. G. **Elaboração e aplicação de um programa de treinamento para trabalhadores da indústria da construção civil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 1999.

AMARAL, T. G. **Metodologia de qualificação para trabalhadores da construção civil com base nos conhecimentos gerenciais da construção enxuta**. Tese apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2004.

BALLARD, G. **The Last Planner**. Northern California Construction Institute, Monterey, California, 1994.

BALLARD, G. H. **The Last Planner system of production control**. Thesis, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, UK, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Toward construction JIT**. 11th Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, Proceedings, Loughborough, 1995.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Implementing construção enxuta: understanding and action**. International Group for Construção enxuta, 6th Annual Conference, Proceedings, Guarujá, 1998.

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. **Competing construction management paradigms**. Construção enxuta Journal, Volume 01, Issue 01, p. 38-45, 2004.

BALLARD, G.; KOSKELA, L.; HOWELL, G.; ZABELLE, T. **Production system design: work structuring revisited**. Construção enxuta Institute White Paper, Issue 11, 2001.

BARROS, E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

BARROS NETO, J. P. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Curso de Doutorado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999.

BAUMHARDT, E. O. **Sistemática para a operacionalização de conceitos e técnicas da construção enxuta**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BERTELSEN, S. **Construção enxuta: Where are we and how to proceed?** Construção enxuta Journal, Volume 01, Issue 01, p. 46-69, 2004.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

BRANCO, L. A. M. N. **Uma análise dos impactos da certificação de qualidade em empresas de construção civil na perspectiva da construção enxuta**. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado da Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

BULHÕES, I. R.; FORMOSO, C. T. **Desenvolvimento e aplicação de ferramentas gráficas para obras de habitação de interesse social**. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais, São Paulo, 2004.

CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Dimensão do macrossetor da construção 2002**. – Publicação on-line, 2002.

DANLBAAR, B. **Lean Production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design?** Human Relations, Volume 50, No. 5, 1997.

FANG, T. H.; PHENG, L. S. **Modern-day construção enxuta principles. Some questions on their origin and similarities with Sun Tzu's Art of War**. Management Decision, Volume 43, No. 04, 2005.

FORMOSO, C. T.; POWEL, J. A.; SANTOS, A. **An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites**. Journal of Construction Research, Volume 03, Issue. 01, World Scientific Publishing Company: 2001.

GALSWORTH, G. **The value of vision**. Industrial Engineer, Volume 36, Issue 08, p.44-49, 2004.

GONZALEZ, E. F. **Análise da implantação da programação de obra e do 5S em um empreendimento habitacional**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HUMMELS, H.; LEED, J. – **Team work and Morality: Comparing Lean Production and Sociothecnology** – Journal of Business Ethics, Volume 26, p. 75-88, 2000.

IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - <http://www.ipeadata.gov.br/> - (01/12/2008).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, Volume 14, p.1-84, 2004.

JOHANSEN, E.; WALTER, L. **Construção enxuta: prospects for the German construction industry**. Construção enxuta Journal, Volume 03, Issue 01, 2007.

KOSKELA, L. **We need a theory of construction**. Berkeley–Stanford CE&M Workshop: Defining a Research Agenda for AEC Process/Product Development in 2000 and Beyond. Stanford, Proceedings, p. 26 – 28, Berkeley, 1999.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report #72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Expoo 2000, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, 296p, 2000.

KOSKELA, L. **Moving on beyond Lean Thinking**. Construção enxuta Journal, Louisville, CO, Volume 1, Issue 1, p. 24-37, 2004.

KRÜGER, J. A.; HILGEMBERG, F. R.; SILVA, H. R.; FERREIRA, K. C. C. **Formalization of tasks control in small size construction sites: starting the dissemination of construção enxuta ideas**. 10o. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção; 4. Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, 2005, Porto Alegre, RS.

McKAY, J.; MARSHALL, P. **The dual imperativeness of action research**. Information Technology & People, Churchlands, Australia, Volume 14, No. 1, p. 45-59, 2001.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – Disponível em www.desenvolvimento.gov.br. Acesso em 25/09/2008.

MOSER, L.; SANTOS, A. **Exploring the role of visual controls on mobile cell manufacturing: a case study on drywall technology**. International Group for Construção enxuta, 11th Annual Conference, Proceedings, Blacksburg, 2003.

OHNUMA, D. K.; CARDOSO, F.F. **Modelo de processos para a gestão de subempreiteiros: estudo de casos em empresas construtoras de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/441, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, K. A. Z, de; ALVES, T. C. L.; FORMOSO, C. T. **O principio da transparência aplicado ao processo de planejamento e controle da produção**

na construção civil . 8º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Anais, Salvador, 2000.

PASQUALINI, F. **Fluxo de valor na construção de edificações habitacionais: estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre / RS**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, 2005.

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, Volume 03, No. 01, p. 7-23, 2003.

PONTES, L. A. C. P. **Análise do impacto do planejamento de curto prazo nos princípios da construção enxuta: um estudo de caso**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

REIS, T. **Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso**. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Dissertação de mestrado, Campinas, SP, 2004.

ROBSON, C. **Real world research – a resource for social scientists and practitioner researchers**. Blackwell Publishers, Oxford, 1998.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; LUEGRING, M. **Site Implementation and Assessment of Construção enxuta Techniques**. Construção enxuta Journal, Volume 02, Issue 02, 2005.

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management**. Thesis, School of Construction and Property Management, Univesity of Salford, Salford, UK, 1999.

SANTOS, A.; POWELL, J.; SHARP, J.; FORMOSO, C. T. **The principle of transparency applied in construction**. International Group for Construção enxuta, 6th Annual Conference, Proceedings, Guarujá, 1998.

SANTOS, C. A. B.; FARIAS FILHO, J. R. **Construção civil: um sistema de gestão baseado na logistica e na produção enxuta**. XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais, Niterói, 1998.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Artmed, 2ª edição, Porto Alegre, 1996.

SILVA, C. R. O. S. **Metodologia e organização do projeto de pesquisa**. Centro Federal de Educação Tecnologia do Ceará, Guia Prático, Fortaleza, 2004.

SOLOMON, J. A. **Application of the principle of Lean Production to construction**. Construction Engineering and Managment Program, Department of Civil and Enviromental Engineering, College of Engineering, B.S.C.E, University of Cincinnati, Cincinnati, 2004.

SOUZA, U. E.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, Volume 4, No.4, p. 33-46, 2004.

SOUZA E SILVA, M. F.; FELIZARDO, F. C. **Aplicação de técnicas de gestão em obras de pequeno porte e curta duração.** V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção, Anais, Campinas, 2007.

UFPB – UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA, Centro de Ciências sociais aplicadas – Disponível em <http://www.ccsa.ufpb.br>. Acesso em 01/12/2006.

VALVERDE, D. S. G.; CINTRA, M. A. H. **O 5S e sua implantação na pequena empresa construtora de edificações.** 2º Encontro Mineiro de Engenharia de Produção, Viçosa, 2006.

WOMACK; J. P.; JONES, D.I T. **Lean Thinking.** Free Press, New York, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The machine that changed the world.** Macmillan Publishing Company, New York, USA, 1990.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ENTREVISTAS ESTRUTURADAS REALIZADAS NA EMPRESA CONSTRUTORA, BASEADO EM MODELO DE CARVALHO (2008)

APÊNDICE B – PLANILHAS DE PLANEJAMENTO SEMANAL REALIZADAS NA OBRA 01, ADAPTADAS DE BALLARD (2000)

APÊNDICE C – PLANILHAS DE PLANEJAMENTO SEMANAL REALIZADAS NA OBRA 02, ADAPTADAS DE BALLARD (2000)

APÊNDICE D – MODELO DE PLANILHA DE 4 PERÍODOS UTILIZADA NO PLANEJAMENTO *LOOKAHEAD*

APÊNDICE A

DIRETORIA		POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Em sua empresa o cliente é quem define o que é valor?			X	
	CONCEITO: Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão-de-obra em requisitos solicitados pelos clientes.				
1.2	O cliente é questionado constantemente sobre o que ele considera como valor na sua empresa?	X			
1.3	A partir da definição do cliente sobre o que é valor, diga se sua empresa atua constantemente na redução de atividades que não agregam valor.		X		
1.4	Existe um mapa do estado atual e futuro da empresa em relação aos fluxos de informações, materiais, processos e pessoas?		X		
		POUCO	MUITO		
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	A diretoria realiza periodicamente pesquisa de mercado?		X		
2.2	A empresa busca melhorar seu trabalho em detrimento do resultado de alguma pesquisa de avaliação de desempenho com os clientes?	X			
2.3	Quando as solicitações dos clientes são atendidas é perceptível a melhoria nos resultados comerciais para alavancar novos negócios?			X	
		POUCO	MUITO		
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Existe um eficiente sistema de qualidade implantado na empresa?	X			
3.2	Existem índices de desempenho sobre a qualidade do produto ou serviço ofertado (como por exemplo produtos defeituosos por unidades produzidas)?	X			
3.3	Existe a preocupação em constantemente aumentar a mecanização do canteiro de obra?			X	
3.4	Existem procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa?	X			
		POUCO	MUITO		
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	Os tempos de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?	X			
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
4.2	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução dos tempos de ciclo dos empreendimentos?	X			
4.3	O tempo de ciclo de venda dos estoques é planejado e controlado (considerar o estoque como o produto final da empresa; por exemplo: apartamentos, lotes e casas à venda da construtora - esta pergunta não se aplica a todos os segmentos da construção civil)?	X			
		POUCO	MUITO		
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	O processo de compra de materiais para as obras é simples e eficiente?			X	
5.2	O processo de venda de um produto ou serviço para o cliente é simples e eficiente?			X	
5.3	O processo de contratação de empresas terceirizadas é simples e eficiente?			X	
5.4	O fluxo de informação interno da empresa é simples e eficiente?		X		
5.5	Os processos internos são descentralizados?				X
	CONCEITO: A idéia é que as decisões não devem ser canalizadas para uma única pessoa, mas que cada colaborador tenha autonomia sobre suas tarefas.				

Continua

		Conclusão			
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
6	Melhorar a flexibilidade do produto				
6.1	Os produtos ofertados possuem flexibilização de leiaute?				X
6.2	As solicitações dos clientes frente a uma flexibilização, seja ela na forma de pagamento, no design do produto ou no tipo de material aplicado, são constantemente atendidas?			X	
6.3	Existem produtos ofertados para clientes de diferentes setores da economia (ex. indústria, bancário, comercial, residencial, agricultura, governo etc.)?				X
		POUCO		MUITO	
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?		X		
7.2	As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?	X			
7.3	Classificar de 0 a 3 a disseminação das políticas de conduta de princípios e valores divulgados entre todos os funcionários da empresa.		X		
		POUCO		MUITO	
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Existe planejamento de curto, médio e longo prazo em termos de novos negócios da empresa?		X		
8.2	A empresa realiza controle sobre seu faturamento periodicamente (mensal, trimestral, anual)?			X	
8.3	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre o planejamento das obras da empresa.		X		
8.4	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre o orçamento das obras da empresa.		X		
		POUCO		MUITO	
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Existe algum programa de implantação de melhoria contínua na empresa?	X			
9.2	Existe controle sobre as inconformidades nos serviços cotidianos da empresa?	X			
9.3	As inconformidades detectadas são tratadas com importância pelos funcionários da empresa?		X		
9.4	Existe constante participação dos colaboradores em ações que buscam melhorar os processos internos?		X		
		POUCO		MUITO	
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de informações na sua empresa.	X			
10.2	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de compra e entrega de materiais na sua empresa.			X	
10.3	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de materiais internos na obra.		X		
10.4	Classificar de 0 a 3 o controle sobre os acessos e fluxos de pessoas no interior da obra.			X	
10.5	Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho?		X		
CONCEITO: A conversão é o processo de transformar matéria-prima, informação e mão-de-obra em um produto que possui valor para o cliente.					
		POUCO		MUITO	
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	A empresa faz uso de <i>benchmark</i> ?			X	
CONCEITO: <i>Benchmark</i> pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos.					

DIRETORIA		POUCO		MUITO	
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Em sua empresa o cliente é quem define o que é valor?			X	
	CONCEITO: Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão-de-obra em requisitos solicitados pelos clientes.				
1.2	O cliente é questionado constantemente sobre o que ele considera como valor na sua empresa?	X			
1.3	A partir da definição do cliente sobre o que é valor, diga se sua empresa atua constantemente na redução de atividades que não agregam valor.	X			
1.4	Existe um mapa do estado atual e futuro da empresa em relação aos fluxos de informações, materiais, processos e pessoas?		X		
		POUCO		MUITO	
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	A diretoria realiza periodicamente pesquisa de mercado?		X		
2.2	A empresa busca melhorar seu trabalho em detrimento do resultado de alguma pesquisa de avaliação de desempenho com os clientes?		X		
2.3	Quando as solicitações dos clientes são atendidas é perceptível a melhoria nos resultados comerciais para alavancar novos negócios?			X	
		POUCO		MUITO	
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Existe um eficiente sistema de qualidade implantado na empresa?	X			
3.2	Existem índices de desempenho sobre a qualidade do produto ou serviço ofertado (como por exemplo produtos defeituosos por unidades produzidas)?	X			
3.3	Existe a preocupação em constantemente aumentar a mecanização do canteiro de obra?			X	
3.4	Existem procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa?		X		
		POUCO		MUITO	
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	Os tempos de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?	X			
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
4.2	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo dos empreendimentos?	X			
4.3	O tempo de ciclo de venda dos estoques é planejado e controlado (considerar o estoque como o produto final da empresa; por exemplo: apartamentos, lotes e casas à venda da construtora - esta pergunta não se aplica a todos os segmentos da construção civil)?	X			
		POUCO		MUITO	
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	O processo de compra de materiais para as obras é simples e eficiente?				X
5.2	O processo de venda de um produto ou serviço para o cliente é simples e eficiente?			X	
5.3	O processo de contratação de empresas terceirizadas é simples e eficiente?				X
5.4	O fluxo de informação interno da empresa é simples e eficiente?			X	
5.5	Os processos internos são descentralizados?				X
	CONCEITO: A idéia é que as decisões não devem ser canalizadas para uma única pessoa, mas que cada colaborador tenha autonomia sobre suas tarefas.				
		POUCO		MUITO	
6	Melhorar a flexibilidade do produto	0	1	2	3
6.1	Os produtos ofertados possuem flexibilização de leiaute?				X

Continua

		Conclusão			
6.2	As solicitações dos clientes frente a uma flexibilização, seja ela na forma de pagamento, no design do produto ou no tipo de material aplicado, são constantemente atendidas?			X	
6.3	Existem produtos ofertados para clientes de diferentes setores da economia (ex. indústria, bancário, comercial, residencial, agricultura, governo etc.)?				X
		POUCO	MUITO		
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?		X		
7.2	As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?		X		
7.3	Classificar de 0 a 3 a disseminação das políticas de conduta de princípios e valores divulgados entre todos os funcionários da empresa.		X		
		POUCO	MUITO		
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Existe planejamento de curto, médio e longo prazo em termos de novos negócios da empresa?			X	
8.2	A empresa realiza controle sobre seu faturamento periodicamente (mensal, trimestral, anual)?		X		
8.3	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre o planejamento das obras da empresa.		X		
8.4	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre o orçamento das obras da empresa.			X	
		POUCO	MUITO		
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Existe algum programa de implantação de melhoria contínua na empresa?	X			
9.2	Existe controle sobre as inconformidades nos serviços cotidianos da empresa?		X		
9.3	As inconformidades detectadas são tratadas com importância pelos funcionários da empresa?			X	
9.4	Existe constante participação dos colaboradores em ações que buscam melhorar os processos internos?			X	
		POUCO	MUITO		
10	Balacear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de informações na sua empresa.	X			
10.2	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de compra e entrega de materiais na sua empresa.			X	
10.3	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de materiais internos na obra.			X	
10.4	Classificar de 0 a 3 o controle sobre os acessos e fluxos de pessoas no interior da obra.		X		
10.5	Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho?			X	
	CONCEITO: A conversão é o processo de transformar matéria-prima, informação e mão-de-obra em um produto que possui valor para o cliente.				
		POUCO	MUITO		
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	A empresa faz uso de <i>benchmark</i> ?			X	
	CONCEITO: <i>Benchmark</i> pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos				

ENGENHARIA		POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Há a preocupação da obra em reduzir as atividades que não agregam valor?		X		
	CONCEITO: Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão-de-obra em requisitos solicitados pelos clientes.				
1.2	Existe a preocupação em traçar um mapeamento do estado atual e projetar um mapeamento do estado futuro do fluxo de trabalho da obra?			X	
	CONCEITO: Por exemplo: avaliando o leiaute atual do canteiro e constantemente experimentar novas disposições de leiaute.				
1.3	Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais?			X	
1.4	Os materiais sempre são distribuídos próximos aos pontos de aplicação?	X			
		POUCO	MUITO		
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	O cliente possui um meio de comunicação eficiente, no qual pode realizar suas considerações sobre os trabalhos realizados?			X	
2.2	Existe conscientização na obra sobre as diferenças entre clientes internos e clientes finais?		X		
2.3	Busca-se implantar as considerações dos clientes quando solicitados para tal?				X
		POUCO	MUITO		
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Existem procedimentos formalizados para execução das principais atividades no canteiro de obra?	X			
3.2	Existe um planejamento formalizado da obra (planos de longo, médio e curto prazo) ou linha de balanceamento?		X		
3.3	São usados equipamentos simples e dedicados como gabaritos, moldes, protótipos e mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade do processo?		X		
3.4	As equipes são polivalentes?			X	
		POUCO	MUITO		
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	Os tempos de ciclo das atividades internas da obra são conhecidos?	X			
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
4.2	Existe a preocupação em manter pequenos estoques na obra com alta rotatividade?			X	
4.3	Existe o controle sobre a produtividade dos operários?	X			
		POUCO	MUITO		
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	A obra faz uso de produtos pré-moldados ou utilização de kits sempre que possível?		X		
5.2	A obra busca usar gabaritos ou equipamentos dedicados que possibilitam a redução do número de passos e partes para uma tarefa qualquer?	X			
5.3	As informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?	X			
		POUCO	MUITO		
6	Melhorar a flexibilidade do produto	0	1	2	3
6.1	A obra busca fornecer ao cliente um serviço flexível?			X	
6.2	Existe controle sobre o tempo gasto por um operário ao realizar a troca da execução de uma determinada atividade X para uma outra atividade Y?	X			

Continua

Conclusão

	CONCEITO: Tempo de <i>setup</i> é o período de tempo necessário para realizar a mudança de um tipo de atividade para outro tipo.				
		POUCO	MUITO		
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	Os canteiros de obra possuem vias de acesso interno limpas, largas e desimpedidas para circulação dos trabalhadores e equipamentos	X			
7.2	Existem sistemas de comunicação eficientes na obra, como painéis, placas e rádios?		X		
7.3	Você possui indicadores de desempenho da obra? (Cite exemplos)	X			
		POUCO	MUITO		
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre o planejamento da obra.		X		
8.2	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre o orçamento da obra.			X	
8.3	Classificar de 0 a 3 o controle existente sobre a produtividade dos operários da obra.	X			
		POUCO	MUITO		
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Existe algum programa interno na obra que faz a promoção da melhoria contínua dos trabalhos na obra?	X			
9.2	Existe preocupação em constantemente tomar atitudes em relação à dignificação da mão-de-obra?		X		
9.3	Existe participação dos operários em buscar melhorar os processos internos?	X			
		POUCO	MUITO		
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Classificar de 0 a 3 o controle sobre o fluxo de informações na sua obra.		X		
10.2	Classificar de 0 a 3 o controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra.		X		
10.3	Classificar de 0 a 3 o controle sobre as disposições dos materiais no interior da obra.			X	
10.4	Classificar de 0 a 3 o controle sobre os acessos e fluxos de pessoas no interior da obra.		X		
10.5	Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho?	X			
	CONCEITO: A conversão é o processo de transformar matéria-prima, informação e mão-de-obra em um produto que possui valor para o cliente.				
		POUCO	MUITO		
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	A obra faz uso de <i>benchmark</i> ?			X	
	CONCEITO: <i>Benchmark</i> pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos.				

	OPERÁRIOS	POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Classificar de 0 a 3 a preocupação com o desperdício de material no canteiro.			X	
1.2	Existem treinamentos constantes na empresa com os operários? Quais tipos de treinamentos?	X			
1.3	Classificar de 0 a 3 o seu tempo ocioso na obra.			X	
		POUCO	MUITO		
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3

Continua

		Continuação			
2.1	É comum ocorrer o fato de você iniciar um trabalho em uma determinada área que não está devidamente limpa, organizada ou com pendências de outras atividades?		X		
2.2	Você costuma perguntar para a pessoa que irá realizar o serviço posterior ao seu, em um determinado ambiente, sobre quais são as condições em que seu colega gostaria de receber o trabalho que você fez?		X		
		POUCO		MUITO	
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Você possui conhecimento sobre qual a sua produtividade no dia?		X		
3.2	Classificar de 0 a 3 a preocupação que você tem em executar as atividades conforme os procedimento de qualidade.			X	
3.3	Você utiliza fôrmas, gabaritos e moldes constantemente para auxiliar em atividades repetitivas?	X			
		POUCO		MUITO	
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	Você conhece o tempo que você gasta diariamente esperando materiais na obra?	X			
4.2	Você conhece o tempo que você gasta diariamente em movimentação de um local para outro na obra?	X			
4.3	Você conhece o tempo que você gasta diariamente em inspeção dos serviços na obra?		X		
4.4	Você conhece o tempo que você utiliza para executar as atividades que são consideradas como valor para a obra?		X		
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
		POUCO		MUITO	
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	Você faz uso de produtos pré-moldados ou kits de materiais fáceis de serem aplicados?	X			
5.2	Você identifica alguma atividade que possui muitas etapas e que pode ser simplificada na obra?		X		
		POUCO		MUITO	
6	Melhorar a flexibilidade do produto	0	1	2	3
6.1	Você se considera capaz de executar vários tipos de atividades?		X		
	CONCEITO: Polivalente é o operário que possui vários tipos de habilidades, como por exemplo uma pessoa que seja pedreiro, eletricista e carpinteiro.				
6.2	A empresa lhe fornece oportunidade para se tornar polivalente?		X		
		POUCO		MUITO	
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	Você acredita que a obra é segura e bem sinalizada?		X		
7.2	Você acredita que a obra é limpa e organizada?			X	
7.3	Você conhece quais são as políticas de condutas de valores da empresa?			X	
7.4	Classificar de 0 a 3 a abertura que existe para conversar com a engenharia e com a diretoria da empresa.				X
		POUCO		MUITO	
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Como você classificaria seu conhecimento sobre o planejamento total da obra?	X			
8.2	Você sabe quais são as atividades a serem executadas em cada dia desta semana?		X		
		POUCO		MUITO	
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Você participa com novas idéias para contribuir com a melhoria da empresa?			X	
9.2	Com qual frequência as idéias dos empregados são aplicadas na prática?				X

Continua

		Conclusão			
9.3	Como você classificaria de 0 a 3 a influência que a empresa lhe proporcionou no aumento de sua produtividade na obra com o passar do tempo?		X		
		POUCO		MUITO	
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Como você classificaria de 0 a 3 a quantidade de operários necessários na obra para realização no prazo previsto?			X	
10.2	Como você classificaria de 0 a 3 a eficiência da entrega de materiais no canteiro?			X	
		POUCO		MUITO	
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	Para executar essa obra você utiliza algum outro trabalho da própria empresa como um modelo bem sucedido a ser espelhado?	X			

PROJETISTAS		POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Você conhece a definição de valor para a construtora?				X
1.2	Existem entrevistas formalizadas para se captar o valor procurado pelo cliente?				X
1.3	Existem sistemas internos do projetista que evitam execução de erros grosseiros?				X
	(Como por exemplo ferramentas de informática personalizadas com os padrões estabelecidos pelo sistema de qualidade da projetista).				
1.4	Utilizam ferramentas de informática tipo BIM (Building Information Modeling)?		X		
1.5	Existem índices formalizados de produtividade em relação à quantidade de desenhos emitidos pela quantidade de desenhos revisados?	X			
1.6	Existe um documento formalizado que comprove a remessa das entregas dos desenhos?				X
		POUCO		MUITO	
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	O tempo de execução dos desenhos atende às necessidades dos clientes?				X
2.2	Os preços atendem às expectativas dos clientes?			X	
2.3	As solicitações realizadas pelos clientes são consideradas prioridades?			X	
2.4	Existe a preocupação em saber em quais itens o cliente busca melhor desempenho (tempo, custo, design, qualidade dos desenhos, especificações de materiais etc.)?		X		
2.5	Existe um documento formalizado com informações solicitadas pelo cliente e disponíveis aos projetistas envolvidos (transparência no processo)?		X		
2.6	Existe algum procedimento de pesquisa de satisfação do cliente sobre o projeto ofertado?			X	
2.7	Existe um banco de dados sobre as diversas solicitações dos clientes ao longo do tempo que seja possível traçar um tipo de projeto para cada perfil de cliente?	X			
		POUCO		MUITO	
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Existe algum sistema de qualidade implantado no escritório do projetista?		X		
3.2	Existem padrões para o desenvolvimento dos desenhos?	X			
3.3	Soluções que possuem um alto grau de sucesso com os clientes são adotadas em diversos projetos?			X	
		POUCO		MUITO	
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3

Continua

		Conclusão			
4.1	Existe controle de produtividade sobre as horas gastas por unidade de desenhos emitidos?	X			
4.2	Existe controle sobre o tempo de espera da emissão de desenhos?		X		
4.3	Existe controle sobre o tempo de inspeção antes da emissão de desenhos?	X			
4.4	Você conhece o tempo de ciclo das atividades em que trabalha?			X	
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
			POUCO	MUITO	
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	Utilizam-se conceitos de materiais pré-fabricados na elaboração dos projetos?		X		
5.2	Utiliza-se o conceito de coordenação modular na elaboração dos projetos?		X		
	CONCEITO: Coordenação modular é o conceito de se projetar e fabricar em módulos de 10 cm, considerando os espaços necessários para os encaixes entre diferentes materiais. Ao invés de se projetar uma esquadria com dimensões de 2,14 m x 3,17 m, com coordenação modular seria feita uma janela com 2,10 m x 3,20 m, o que facilita o trabalho e o reduz o desperdício.				
5.3	Utilizam-se blocos de desenhos prontos na elaboração dos projetos?	X			
			POUCO	MUITO	
6	Melhorar a flexibilidade do produto	0	1	2	3
6.1	Os projetos executados permitem flexibilização das plantas pelos clientes?				X
6.2	Está sendo considerada a opção de reutilização da mesma edificação por diferentes tipos de segmentos (não se aplica a todos os casos necessariamente)?	X			
6.3	Na execução do projeto questões vinculadas à logística de execução da obra são levadas em consideração?	X			
			POUCO	MUITO	
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	No contrato de venda dos projetos é transparente o número de revisões permitidas?		X		
7.2	O projetista realiza visitas à obra para verificar se está sendo executada conforme projetada?			X	
7.3	Quando são identificadas diferenças entre projetado e executado como o projetista se comporta frente à construtora?			X	
			POUCO	MUITO	
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Existe controle do orçamento do projetista para a execução dos desenhos?	X			
8.2	Existe planejamento de curto médio e longo prazo na execução dos desenhos?	X			
			POUCO	MUITO	
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Você percebe a busca pela melhoria contínua da construtora?				X
9.2	Você percebe que a empresa possui controle sobre seus processos internos?				X
9.3	Você acredita que a empresa respeita e dignifica seus empregados?				X
9.4	O projetista é convidado a contribuir para a evolução da empresa?				X
			POUCO	MUITO	
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Como você classificaria de 0 a 3 sua eficiência na entrega dos projetos ao canteiro?			X	
			POUCO	MUITO	
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	Em sua percepção a empresa faz uso de <i>benchmark</i> ?		X		
	CONCEITO: <i>Benchmark</i> pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos.				

FORNECEDORES		POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Você conhece a definição de valor para a construtora?	X			
1.2	Há a preocupação do fornecedor em reduzir as atividades que não agregam valor para a construtora?		X		
1.3	O fornecedor possui um documento formalizado que indica sua maneira de trabalho atual (mapa do estado atual)?	X			
1.4	O fornecedor possui um documento formalizado que indica sua pretensão na maneira de trabalhar no futuro (mapa do estado futuro)?		x		
		POUCO	MUITO		
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	A construtora lhe fornece alguma segurança em relação à continuidade das vendas de seu produto?			X	
2.2	Você já recebeu algum tipo de avaliação de desempenho desenvolvido pela construtora?	X			
2.3	Você como fornecedor, já foi convidado a participar de algum treinamento ofertado pela construtora?	X			
		POUCO	MUITO		
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Você como fornecedor possui algum sistema de qualidade implantado com eficiência?		X		
3.2	Existe controle sobre índices de desempenho de produtos produzidos e descartados por não atenderem aos padrões de qualidade?		X		
3.3	Existem procedimentos padronizados para atender à construtora?			X	
3.4	Utiliza-se o conceito de coordenação modular na elaboração dos produtos?		X		
	CONCEITO: Coordenação modular é o conceito de se projetar e fabricar em módulos de 10 cm, considerando os espaços necessários para os encaixes entre diferentes materiais.				
		POUCO	MUITO		
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	Você conhece o tempo de espera da construtora para receber seu produto?			X	
4.2	Você conhece o tempo de movimentação gasto para entregar para a construtora seu produto?	X			
4.3	Existem grandes estoques no pátio do fornecedor?			X	
4.4	O construtor busca interagir com o fornecedor no sentido de tentar reduzir o tempo de ciclo das atividades?	X			
	CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação				
		POUCO	MUITO		
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	Existe um sistema simples e eficiente aplicado pela construtora para o fornecimento dos produtos?	X			
5.2	Existe padronização na forma e na quantidade na entrega dos materiais?			X	
5.3	Quando chega ao local de entrega existe um espaço livre e destinado exclusivamente para descarga de materiais?			X	
5.4	Existe algum equipamento como guincho que auxilie na descarga de materiais?	X			
		POUCO	MUITO		
6	Melhorar a flexibilidade do produto	0	1	2	3
6.1	A construtora busca comprar produtos mais flexíveis que favoreçam o cliente?			X	

Continua

		Conclusão			
6.2	As entregas de materiais são realizadas em pequenos lotes, com entregas programadas constantemente?		X		
6.3	Os materiais são entregues em <i>pallets</i> ou similares?	X			
6.4	Existe flexibilização de diferentes tipos de embalagens com quantidades diferentes?	X			
		POUCO		MUITO	
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	O processo de aquisição de materiais pela construtora é transparente?		X		
7.2	A obra é bem sinalizada?	X			
7.3	Você se sente seguro ao entregar materiais no canteiro?			X	
7.4	Você foi obrigado a utilizar equipamentos de proteção, como botas, calças e capacete para entrar no canteiro?		X		
		POUCO		MUITO	
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Você possui um planejamento de curto, médio e longo prazo para venda de seus produtos para a construtora?	X			
8.2	Existe o estabelecimento de uma parceria de longo prazo entre construtora e fornecedor para diversas obras?		X		
		POUCO		MUITO	
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Você percebe a busca pela melhoria contínua da construtora?		X		
9.2	Você percebe que a empresa possui controle sobre seus processos internos?		X		
9.3	Você acredita que a empresa respeita e dignifica seus empregados?			X	
9.4	O fornecedor é convidado a contribuir para a evolução da empresa?		X		
		POUCO		MUITO	
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Como você classificaria de 0 a 3 sua eficiência na entrega de materiais no canteiro?			X	
10.2	Como você classificaria de 0 a 3 sua eficiência na entrega dos orçamentos solicitados pela construtora?			X	
		POUCO		MUITO	
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	Em sua percepção a empresa faz uso de <i>benchmark</i> ?			X	
	CONCEITO: <i>Benchmark</i> pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos.				

CLIENTES		POUCO	MUITO		
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.2	O produto ofertado atende completamente às suas necessidades?				X
1.3	Como você classifica de 0 a 3 o atendimento ao cliente prestado pela construtora?			X	
1.4	As informações fornecidas pelo construtor sobre o produto são suficientes para seu uso e manutenção?			X	
1.5	Você é constantemente consultado para opinar sobre o desempenho da empresa da qual é cliente?	X			
		POUCO		MUITO	
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	0	1	2	3
2.1	O tempo planejado para a produção atende às necessidades dos clientes?				X
2.2	O preço do produto ou serviço atende às necessidades dos clientes?				X
2.3	A qualidade dos materiais aplicados atende às necessidades dos clientes?				X
2.4	O design atende às necessidades dos clientes?				X
		POUCO		MUITO	

Continua

		Conclusão			
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Você se importa com produtos e serviços padronizados?	X			
3.2	Os materiais usados estão aplicados de maneira adequada?				X
	CONCEITO: Por exemplo, manchas na pintura da parede decorrentes da má aplicação				
		POUCO		MUITO	
4	Reduzir o tempo de ciclo	0	1	2	3
4.1	O tempo de retorno da reclamação sobre algum problema do produto atende às necessidades dos clientes?				X
		POUCO		MUITO	
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	0	1	2	3
5.1	O processo de compra do serviço/produto é simples e eficiente?				X
5.2	O canal de comunicação com a empresa é simples e eficiente?				X
5.3	A quantidade de etapas necessárias para se realizar uma reclamação atende às necessidades dos clientes?				X
		POUCO		MUITO	
6	Melhorar a flexibilidade do produto	0	1	2	3
6.1	Quando você busca um produto desta construtora você possui opções diferentes de escolha?			X	
6.2	Como você classificaria de 0 a 3 a flexibilização do produto ofertado?				X
6.3	Você acredita que a empresa está melhor do que o mercado em relação à flexibilização dos seus serviços/produtos?			X	
		POUCO		MUITO	
7	Melhorar a transparência do processo	0	1	2	3
7.1	O processo de compra, incluindo o contrato, é transparente?				X
7.2	Os termos de uso e manutenção são transparentes?		X		
7.3	Ao visitar o canteiro de obra, você observou se estava limpo e organizado?				X
7.4	Existe um espaço agradável e destinado aos clientes na obra?		X		
7.5	A obra estava bem sinalizada?			X	
7.6	Você se sentiu seguro ao visitar o canteiro?				X
7.7	Você foi obrigado a utilizar equipamentos de proteção, como botas e capacete, para visitar o canteiro?				X
		POUCO		MUITO	
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Como você classificaria de 0 a 3, de maneira global, a satisfação do cliente frente ao produto/serviço ofertado?				X
		POUCO		MUITO	
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Você percebe a busca pela melhoria contínua da empresa?			X	
9.2	Você acredita que a empresa respeita e dignifica seus empregados?			X	
9.3	Você percebe que a empresa possui controle sobre seus processos internos?			X	
9.4	O cliente é convidado a contribuir para a evolução da empresa?		X		
		POUCO		MUITO	
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0	1	2	3
10.1	Você acredita que a empresa é bem sucedida no desempenho de seus processos produtivos?				X
		POUCO		MUITO	
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	1	2	3
11.1	Em sua percepção a empresa faz uso de <i>benchmark</i> ?				X
	CONCEITO: <i>Benchmark</i> pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos.				

APÊNDICE B

PROGRAMAÇÃO SEMANAL		Semana de		9/out										
Obra: Agencia Caixa Economica Federal - Bigorrihlo		Data do preencimento		15/out										
Elaborado por: Beatriz Becker Wigniescki		Data de conferência		9/out										
		Data de conferência		15/out										
Item	Tarefas	Equipe	SEMANA							PROBLEMAS				
			Quita-feira 09/10	Sexta-feira 10/10	Sabado 11/10	Segunda- feira 13/10	Terga-feira 14/10	Quarta-feira 15/10	P P C		T i p o			
1	Conferencia de medidas	Elizeu	P	x							1			
2	Montagem das divisórias de dry-wall	Terceirizado	R	x	x	x	x	x				1		
3	Passagem de fiação elétrica e lógica dos quadro até o rack - AC Jardim das Américas	Alexandre e Clodoaldo	P		x	x	x	x	x			0	7	O prazo previsto era superior aquele estipulado
										PPC DA SEMANA		75	%	

Problemas: 1- Acidentes 2- Clima 3- Contrato 4- Equipamento 5- Material 6- Pessoal 7- Programação 8- Projeto 9- Tarefas anteriores

PROGRAMAÇÃO SEMANAL

Obra: Agência Caixa Econômica Federal - Bigorrihlo / Jardim das Américas		Semana de										
Elaborado por: Beatriz Becker Wignescki		a										
		Data do preenchimento										
		Data de conferência										
Item	Tarefas	Equipe	SEMANA							PROBLEMAS		
			F	O	N	T	E	S	P			
				21/10	22/10	23/10	24/10	25/10	26/10			
				terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	Sábado	Domingo	T	P	
1	Colocação de persiana - AC Jardim das Américas	-ercerizado	P	X	X						1	
2	Pintura das portas - AC Jardim das Américas	Roberto	P	X	X						1	
3	Arremate geral da parte elétrica - AC Jardim das Américas	Alexandre	P	X	X	X	X				0	Faltou a montagem dos móveis para a finalização da parte elétrica
4	Identificação e ligação dos quadros - AC Jardim das Américas	Nelson	P	X	X	X	X	X	X		1	
5	Instalações de CFTV - AC Jardim das Américas	Clodoaldo	P	X	X	X	X	X	X		1	
6	Arremates da pintura - AC Jardim das Américas	Roberto	P			X	X	X	X		1	
7	Colocação de equipamentos e acessórios - AC Jardim das Américas	Pedroso (tercerizado); e Emerson	P					X	X		1	
8	Arremates no piso elevado - AC Jardim das Américas	Roberto (tercerizado);	P	X	X						0	Atividade de passagem de fios no local não foram finalizadas
9	Instalação de esquadrias na entrada - AC Jardim das Américas	-ercerizado	P					X	X		0	Erro de programação da duração da tarefa devido a falta de planejamento para preparo da área anteriormente
PPC DA SEMANA										66.7	%	

Tipos de problemas: 1- Acidentes 2- Clima 3- Contrato 4- Equipamento 5- Material 6- Pessoal 7- Programação 8- Projeto 9- Tarefas anteriores

APÊNDICE C

PROGRAMAÇÃO SEMANAL

Itens		Obra: Agencia Caixa Economica Federal - Bigorrihlo / Jardim das Americas Elaborado por: Beatriz Becker Wiginescki		Semana de		PROBLEMAS		
				Data do preenchimento		T i p o		
				Data de conferencia				
Tarefas	Equipe	SEMANA				F O N T E	O b s e r v a ç õ e s / P r o b l e m a s	
		Quinta	Sexta	Sabado	Segunda			
1	Instalação de portas - AC Bigorrihlo	Elizeu e De Paula	X	X	.	.	0 6	Elizeu não ficou disponível para fazer a instalação pois estava na obra do JÁ
2	Finalizar fechamento de Dry-wall - AC Bigorrihlo	Wesley e Dirceu	X	X	.	.	1	
3	Emassar parede de dry wall - AC Bigorrihlo	Wesley e Dirceu			X	X	0	A obra foi paralizada segunda-feira e terça-feira
PPC DA SEMANA						33,3	%	

Tipos de problemas: 1- Acidentes 2- Clima 3- Contrato 4- Equipamento 5- Material 6- Pessoal 7- Programação 8- Projeto 9- Tarefas anteriores

PROGRAMAÇÃO SEMANAL

Item		Tarefas		Equipe		SEMANA							PROBLEMAS				
						Data de conferência							Data do preenchimento		Semana de		
						21/10	22/10	23/10	24/10	25/10	26/10	27/10	F	O	P	P	C
Obra: Agencia Caixa Economica Federal - Bigorrihlo / Jardim das Americas													21/out				
Elaborado por: Beatriz Becker Wiginescki													24/out				
10	Emassamento parcial das paredes de dry-wall - AC Bigorrihlo	Ercsizado		X	X	X	X	X	X	X							Observações/Problemas
11	Colocação das portas - AC Bigorrihlo	Eliseu						X	X								Falta de pessoal para a montagem das portas
12	Passagem das instalações elétricas dentro do dry-wall - AC Bigorrihlo	Emerson						X	X								Falta de pessoal para as instalações da parte elétrica
PPC DA SEMANA											33.3	%					

Tipos de problemas: 1- Acidentes 2- Clima 3- Contrato 4- Equipamento 5- Material 6- Pessoal 7- Programação 8- Projeto 9- Tarefas anteriores

PROGRAMAÇÃO SEMANAL

Obra: Agência Caixa Econômica Federal - Bigorrilho
 Elaborado por: Beatriz Becker Wigineski

Item	Tarefas	Equipe	Semana de		Data do preenchimento		PROBLEMAS				
			6/nov		9/nov						
			Data de conferência		Data de conferência						
			SEMANA				F O N T E	T i p o	Observações/Problemas		
			Quinta-Feira 06/11	Sexta-Feira 07/11	Sábado 08/11	Domingo 09/11					
1	Colocação de esquadrias na entrada	Terceirizado	P	X	X	X		1			
2	Montagem de divisórias	Elizsu	P	X	X			1			
3	Montagem de mobiliário	Elizsu, Roberto	P			X	X	1			
4	Persiana	Terceirizado	P			X	X	1			
5	Colocação de louça no BWC		P		X			1			
6	Colocação de piso-elevado	Roberto (terceirizado)	P	X				1			
7	Arremates finais		P		X	X		1			
			PPC DA SEMANA				100	%			

Tipos de problemas: 1- Acidentes 2- Clima 3- Contrato 4- Equipamento 5- Material 6- Pessoal 7- Programação 8- Projeto 9- Tarefas anteriores

APÊNDICE D

Obra: Agência Caixa Econômica Federal - Bigorriho Elaborado por: Beatriz Becker Wiginescki						Semana de 31/10 a 07/11 Data do preenchimento	
tem	Atividade	1 31/ 10	2 02/ 11	3 05/ 11	4 07/ 11	PRÉ-REQUISITOS	
1	Mobilização de pessoal, materiais e equipamentos						
2	Demolições, retiradas e remanejamentos						
3	Montagem de divisórias e painéis leves			X	X	1 - PISO ELEVADO DEVE ESTAR PRONTO NA ÁREA DOS CAIXAS ATÉ DIA 05/11 2- GUICHÊS DEVEM ESTAR MONTADOS ATÉ FINAL DO DIA 08/11	
4	Instalação de porta dupla de acesso						
5	Montagem de estrutura de carenagens						
6	Instalação de portas de madeira						
7	Pintura interna						
8	Instalação de grade de segurança	X					
9	Instalação de infraestrutura para sistema de alarmes	X				O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 31/10	
10	Instalação de sistema de comunicação, segurança e automação	X				O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 31/10	
11	Instalações elétricas e lógicas para salas técnica e de segurança	X				O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 31/10	
12	Instalação de sistema de CFTV e controle de acesso	X				O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 31/10	
13	Instalação de comunicações de voz e dados	X				O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 31/10	
14	Colocação de cantoneira entre o forro e as paredes		X			A PINTURA DEVE SER FINALIZADA ATÉ DIA 02/11	
15	Instalação de plataformas para segurança		X			O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 04/11	
16	Instalação de iluminação de segurança			X		O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 04/11	
17	Instalação de persiana e película			X		CONTRATAÇÃO DAS PERSIANAS ATÉ DIA 29/10	
18	Instalações de fiação para <i>no-break</i>			X			
19	Instalação de piso elevado		X			AS FIAÇÕES DE PISO DAS SALAS ONDE SERÃO INSTALADOS OS PISOS DEVEM ESTAR PRONTAS ATÉ 04/11	
20	Instalações do autoatendimento				X	CONTACTAR EMPRESA PARA MARCAR INSTALAÇÃO ATÉ 07/11	
21	Instalação de equipamentos e acessórios				X	O MATERIAL DEVE ESTAR COMPRADO E CHEGAR À OBRA ATÉ DIA 06/11	