

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

ANÁLISE DE DIFERENTES TEMPOS DE CICLO NA FORMULAÇÃO DE PLANOS DE ATAQUE DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

SÉRGIO LUIZ KEMMER

Florianópolis, abril de 2006

"ANÁLISE DE DIFERENTES TEMPOS DE CICLO NA FORMULAÇÃO DE PLANOS DE ATAQUE DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS"

SÉRGIO LUIZ KEMMER

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de MESTRE em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Prof. Dr. Glicério Trichês - Coordenador do PPGEC

Prof. Luiz Fernando M. Heineck, PhD - Orientador

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dra. Ercilia Hitomi Hirota- UEL

Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes - UFRGS

Dr. Antonio Edésio Jungles - UFSC

*Agradeço a Deus, por ter me dado tranqüilidade
em todos os momentos desta longa jornada.*

*Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Carlos e
Nereide, pelo apoio incondicional em todos os
momentos e a minha namorada Vanessa Prado,
pelo carinho e compreensão demonstrados
durante a realização deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que patrocinou minha bolsa de mestrado.

Ao Professor Luiz Fernando M. Heineck, pela colaboração durante a orientação deste trabalho e pela generosidade na transmissão de sua experiência e conhecimento.

À Professora Ercilia Hitomi Hirota pelo incentivo na realização do mestrado e pelo apoio incondicional demonstrado ao longo de toda esta pesquisa.

À UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), em especial ao PPGEC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) e ao GESTCON (Grupo de Gestão da Construção) pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

Ao Professor Antonio Edésio Jungles, pela acolhida em seu grupo de pesquisa e pelo auxílio a qualquer momento.

A toda equipe da C. Rolim Engenharia Ltda., pela valiosa oportunidade de crescimento pessoal e profissional, mas principalmente pela visão sempre objetiva na busca da integração entre teoria e prática.

À Professora Fernanda Aranha Saffaro pela inestimável ajuda pessoal e acadêmica.

À Professora Débora de Góis Santos pela amizade, incentivo e contribuição sempre generosas à realização desta pesquisa.

Aos Professores Maurício Moreira e Silva Bernardes e Cristine Mutti pelas valiosas contribuições críticas a este trabalho.

Aos amigos Renato Mattos e André Piazza, grandes parceiros que souberam transformar essa longa e difícil jornada em uma agradável e saudosa passagem de minha vida.

A Marcelo Teixeira e a toda sua família, pela amizade e ajuda prestada durante minha estada em Fortaleza.

A Marcelo Belchior e sua esposa Margareth, pelo apoio e amizade.

Aos amigos do Gestcon, Rafael, Fernando, Carla, Samuel, Luciana, Adolfo, Edinaldo, e Thiago pelo companheirismo e ajuda a qualquer momento.

A Marcelo Depexe, Juliana Dornelles e Mariana Coutinho pela amizade e contribuições ao longo deste mestrado.

A Fabio Schramm pelo auxílio na crítica deste trabalho.

A Ricardo Codinhoto pelo incentivo à pesquisa e realização deste mestrado.

Aos Professores José de Paula Barros Neto e Thais da Costa Lago Alves, pelos conselhos e ajuda na finalização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE SIGLAS.....	xii
SUMÁRIO.....	vi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	5
1.3 QUESTÃO DE PESQUISA.....	6
1.4 HIPÓTESE.....	7
1.5 OBJETIVOS.....	7
1.5.1 Objetivo geral.....	7
1.5.2 Objetivos específicos.....	7
1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	8
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 ASPECTOS TEÓRICOS.....	10
2.1.1 Sistema Toyota de Produção.....	11
2.1.2 Produção Enxuta.....	13
2.1.3 Construção Enxuta.....	15
2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	27
2.2.1 Definição e objetivos do planejamento.....	28
2.2.2 Os níveis de planejamento.....	29
2.2.2.1 Planejamento de Longo Prazo.....	29
2.2.2.2 Planejamento de Médio Prazo.....	32
2.2.2.3 Planejamento de Curto Prazo.....	34

2.3 LINHA DE BALANÇO.....	35
2.3.1 Metodologia de aplicação.....	36
2.3.2 Vantagens e desvantagens da aplicação da linha de balanço.....	37
2.3.3 Variáveis de produção ligadas à linha de balanço.....	42
2.4 CÉLULA DE MANUFATURA.....	46
3 METODOLOGIA.....	51
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	51
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	52
3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	56
3.3.1 Descrição da empresa pesquisada.....	56
3.3.2 Nível de planejamento abordado na pesquisa.....	58
3.3.3 Seleção das fontes de informação utilizadas no trabalho.....	59
3.3.3.1 Observação participante.....	59
3.3.3.2 Diagnóstico do planejamento de longo prazo.....	59
3.3.4 Descrição do empreendimento.....	60
3.3.5 Seleção dos processos de produção analisados.....	61
3.3.6 Elaboração dos planos de ataque de produção.....	62
3.3.7 Análise dos planos de ataque de produção.....	67
3.3.8 Considerações finais.....	67
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	69
4.1 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE EM REUNIÕES DE ANÁLISE DOS PLANOS DE ATAQUE CRIADOS PARA O EMPREENDIMENTO PESQUISADO.....	69
4.1.1 Diagnóstico do planejamento de longo prazo.....	70
4.1.2 Observação participante.....	71
4.2 ESTUDO DE CASO.....	77
4.2.1 Descrição do empreendimento.....	77
4.2.2 Elaboração dos planos de ataque de produção.....	80
4.2.3 Análise dos planos de ataque de produção.....	95
4.2.4 Considerações finais.....	102

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	104
5.1 CONCLUSÕES.....	104
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXO A – EXEMPLOS DE PACOTES DE TRABALHO REPRESENTADOS NOS PLANOS DE ATAQUE CRIADOS – ÁREAS PRIVATIVAS E COMUNS DOS PAVIMENTOS TIPO	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Filosofia convencional e a nova filosofia de produção.....	16
Quadro 2: Teoria de produção TFV	21
Quadro 3: Princípios derivados de cada visão da teoria TFV	22
Quadro 4: Fatores críticos na implementação da célula de produção e sua influência nos elos principais da célula segundo Hyer e Brown.....	49
Quadro 5: Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa	51
Quadro 6: Pacote de trabalho.....	63
Quadro 7: Produtividade global prevista para o pacote de trabalho de alvenaria.....	64
Quadro 8: Comparação entre índices de produtividades de serviços.....	65
Quadro 9: Análise da repercussão da modificação do tempo de ciclo dos processos	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo geral da administração de produção	17
Figura 2: Níveis teóricos dentro da Teoria de Gerenciamento de Produção	20
Figura 3: Fluxograma de serviços com ligações de seqüência e trajetória em edifício	30
Figura 4: Gráfico da linha de balanço	35
Figura 5: Fluxograma de aplicação do método da linha de balanço	40
Figura 6: Exemplos de variáveis de produção identificadas na linha de balanço.....	40
Figura 7: Delineamento da pesquisa	53
Figura 8: Passos para aplicação da linha de balanço.....	55
Figura 9: Estrutura organizacional da empresa pesquisada.....	57
Figura 10: Planta baixa padrão do pavimento tipo	78
Figura 11: Vista da fachada do edifício.....	79
Figura 12: Primeira rede básica de serviços montada para o estudo de caso	81
Figura 13: Segunda rede básica de serviços montada para o estudo de caso	81
Figura 14: Terceira rede básica de serviços montada para o estudo de caso	82
Figura 15: Quarta rede básica de serviços montada para o estudo de caso.....	82
Figura 16: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo curtos e sem reaproveitamento de equipes	85
Figura 17: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo longos e sem reaproveitamento de equipes	85
Figura 18: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo curtos e com reaproveitamento de equipes	86
Figura 19: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo longos e com reaproveitamento de equipes.....	86

Figura 20: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo curtos e sem reaproveitamento de equipes	87
Figura 21: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo longos e sem reaproveitamento de equipes	87
Figura 22: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo curtos e com reaproveitamento de equipes	88
Figura 23: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo longos e com reaproveitamento de equipes.....	88
Figura 24: Alterações realizadas na elaboração dos planos de ataque do empreendimento – trajetória descendente e tempos de ciclo curtos	90
Figura 25: Alterações realizadas na elaboração dos planos de ataque do empreendimento – trajetória ascendente e tempos de ciclo longos.....	90
Figura 26: Diferentes composições de equipes para execução do mesmo pacote de trabalho.....	91
Figura 27: Pacotes de trabalho considerados como núcleo da rede básica	93
Figura 28: Reaproveitamento de equipes	94
Figura 29: Ligação entre o curto tempo de ciclo dos pacotes de trabalho e variáveis como tempo de atravessamento e repetição de atividades	98
Figura 30: Ligação entre o longo tempo de ciclo dos pacotes de trabalho e variáveis como tempo de atravessamento e repetição de atividades	98
Figura 31: Relação entre o curto tempo de ciclo e o número de equipes de execução do pacote de trabalho de cerâmica de parede.....	100
Figura 32: Relação entre o longo tempo de ciclo e o número de equipes de execução do pacote de trabalho de cerâmica de parede.....	100

LISTA DE SIGLAS

NFP – Nova Filosofia de Produção

STP – Sistema Toyota de Produção

PE – Produção Enxuta

CE – Construção Enxuta

TFV – Transformação-Fluxo-Valor

JIT – *Just in Time*

TQC – *Total Quality Control*

PCP – Planejamento e Controle da Produção

LB – Linha de Balanço

CDC – Custo Direto de Construção

PGO – Planejamento Geral de Obra

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

PSP – Projeto do Sistema de Produção

RESUMO

O estudo realizado tem como objetivo contribuir para a seleção de planos de ataque de produção de edifícios de múltiplos pavimentos. A pesquisa foi efetuada por intermédio da criação de cenários produtivos, onde se buscou analisar os reflexos que diferentes tempos de ciclo dos processos de produção (como por exemplo, assentamento de piso, cerâmica de parede, além de serviços com gesso como revestimento de parede e forro) podem causar nos planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos. O trabalho também auxilia a integração entre os níveis de planejamento, já que procura identificar a repercussão, em termos operacionais, das alterações realizadas em nível tático. Para a representação dos panoramas propostos foi utilizada a técnica de linha de balanço. Esta dissertação explora os benefícios advindos da utilização desta ferramenta de planejamento e busca tornar transparente aos gerentes de produção as diferenças entre os planos criados. O presente estudo foi realizado em uma construtora de Fortaleza, Ceará, sendo a mesma certificada pela ISO 9000. Informa-se também que este trabalho faz parte do processo de implantação dos conceitos de construção enxuta na empresa.

O método de pesquisa dividiu-se em três etapas. Primeiramente identificou-se, através da revisão bibliográfica, a redução do tempo de ciclo como o princípio de construção enxuta a ser modificado e analisado durante a elaboração dos planos de ataque. Em seguida, um estudo de caso foi desenvolvido no intuito de verificar a repercussão que a alteração do tempo de ciclo de determinados pacotes de trabalho causa no plano de ataque do empreendimento, bem como identificar seus reflexos em termos operacionais. Por fim, elaboraram-se as considerações finais indicando os aspectos relevantes percebidos por meio do estudo e observações realizadas.

As conclusões demonstraram que a redução do tempo de ciclo dos processos no plano de ataque do empreendimento pode diminuir o tempo de atravessamento e a quantidade de equipes para realização das tarefas, possibilitando o aumento do número de vezes que as equipes repetem cada ciclo. Destaca-se ainda a contribuição dos gerentes da empresa na indicação de fatores determinantes ao longo do processo de seleção do plano de ataque da obra. Concluiu-se também que a utilização da linha de balanço para representação dos planos de ataque de produção favorece a transparência, permitindo uma visão sistêmica do processo.

ABSTRACT

This research work discusses tactical scenarios for high-rise construction site planning. It explores site scheduling connections to lean construction principles and also to strategic, tactical and operational approaches to building programming. Cycle time variation for major building groups of activities (like gypsum walling, internal rendering, ceramic tiling and flooring) is the main variable behind different tactical options for work scheduling. The Line of Balance programming technique is employed both as an analytical tool and as graphical device to communicate and interact with site agents, as far as they act as sources of information and decision makers in order to select the most suitable schedule. Site experience was undertaken in a construction company in Fortaleza, Ceará, northeast of Brazil: it is an ISO 9000 certified company and this research project is part of a lean construction implementation effort.

Research methodology is structured along three main lines. First cycle time variation is identified through literature review as the main lean construction principle to be dealt with in site planning. Second, a case study research was conducted in a 22 storey high residential building, in a programming process that abridged both preparing in advance different scenarios and collecting further information with site agents along the initial stages of actual construction. Those scenarios were a synthesis of the most up to date knowledge on site programming the construction company is capable of assemble. Third site agents and managers were brought to discuss, evaluate and finally select one most suitable scenario to be actually enforced on site.

Conclusions are connected to the impact on site programming of variables like cycle time variation, lead time, number of group of workers associated with each set of operations, number of repetitions each gang is allowed to address and their sequence of work. Managers appointed those variables as key issues in tactical programming, leading to decisions on how to select a preferred programming schedule. Line of Balance proved to be a practical tool to depict different tactical options, their operational and strategic consequences and reasons for selecting a compromise site planning of works.

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A indústria da construção civil possui características intrínsecas que levam à geração de incertezas no processo produtivo como grande número de insumos e de intervenientes no processo de produção, variabilidade do produto e das condições locais, natureza dos processos de produção (ritmo controlado pelo homem), falta de domínio das empresas sobre seus processos, vulnerabilidade associada a fatores climáticos e o longo tempo que as obras levam para serem concluídas (FORMOSO et al., 1999; KOSKELA, 2000).

Neste contexto, pesquisas demonstraram a importância do planejamento e controle da produção (PCP) no ambiente da construção civil (SOILBELMAN, 1993; FORMOSO et. al, 1999; OLIVEIRA, 2000; BERNARDES, 2001; GONZALEZ, 2002; HERNANDES, 2002 e SOARES, 2003). Percebe-se nestes estudos que em muitas empresas o planejamento é realizado, porém, de maneira informal e este fato prejudica a consistência e eficácia desses planos, pois há negligência quanto às características do setor.

Em função deste ambiente incerto e variável, destaca-se a necessidade de se executar planejamentos que considerem tais aspectos, procurando reduzi-los ou controlá-los. Diversos estudos foram realizados com esse objetivo (BALLARD, 1994, 1999, 2000; ASSUMPÇÃO, 1996; FORMOSO et al., 1999; BERNARDES, 2001).

Ballard (1994; 1999; 2000) busca minimizar os efeitos da variabilidade e incerteza através da concepção de um sistema de controle de produção – Last Planner System – em que é estabelecida uma cadeia hierárquica de planejadores, onde o último (Last Planner) atua diretamente na determinação do plano operacional de modo a garantir a execução das atividades programadas. No entanto, os estudos supracitados realizados por Ballard intensificam suas

análises no desenvolvimento das atividades no nível operacional, avaliando o desempenho deste nível de planejamento, identificando e analisando as raízes das causas de falhas neste processo. Desta maneira, pode-se afirmar que, embora faça parte da hierarquia de planejamento, o plano de longo prazo não é abordado de modo a considerar possibilidades de melhorias nesta etapa.

Assumpção (1996) formula um modelo para planejamento estratégico de edifícios em que são realizadas simulações com alterações de seqüências e ritmos de serviços, onde o objetivo básico se concentra no ajustamento do fluxo de caixa do empreendimento visando reduzir os investimentos durante o período de produção.

Embora Assumpção (1996) se preocupe em permitir um melhor aproveitamento dos recursos da produção, não se observam análises aprofundadas, do ponto de vista da gestão da produção, de cada tipo de estratégia proposta no trabalho do referido autor. Seriam interessantes o envolvimento e a participação de gerentes de produção na análise dos planos de ataque propostos no intuito de contribuir com recomendações que dessem maior confiabilidade aos mesmos.

Trabalhos realizados por Formoso et al. (1999) e Bernardes (2001) procuraram mostrar como as empresas de construção civil podem desenvolver seus sistemas de PCP, empregando conceitos e princípios da Construção Enxuta.

Bernardes e Formoso (2002) afirmam que a redução de perdas na produção pode ser conseguida através de trabalhos que contemplem as inovações gerenciais propostas pela Construção Enxuta. Soares (2003) concorda e afirma que “o processo de PCP tem um papel importante na aplicação dos novos conceitos de gestão da produção”.

No modelo de PCP apresentado por Bernardes (2001) são propostas três etapas básicas indispensáveis à sua implementação: preparação do processo, PCP propriamente dito e avaliação do processo. O referido autor reconhece as incertezas envolvidas no ambiente da construção civil

e para lidar com essa particularidade propõe a divisão do processo de PCP em diferentes níveis hierárquicos, ou seja, longo, médio e curto prazo.

No entanto, Akkari (2003) destaca a dificuldade na operacionalização da hierarquização do sistema de PCP e assinala a falta de integração entre os níveis como uma das barreiras à eficácia desse processo. A mesma autora enfatiza a importância que o plano de ataque da obra tem nesse contexto e salienta que o mesmo deve ser analisado juntamente com a gerência de produção por intermédio de ferramentas que favoreçam a transparência nas análises dos processos.

Para Akkari (2003) a formulação inadequada do planejamento de longo prazo, ou seja, desconsiderando os requisitos da gerência de produção, dificulta a utilização do plano pela necessidade de constantes alterações em seu conteúdo.

Kern (2004) demonstra que o sistema de produção pode ser baseado em modelos de simulação, através do uso das curvas de agregação, visando avaliar como o empreendimento irá se comportar mediante diferentes estratégias de execução que podem ocorrer ao longo do seu desenvolvimento.

No entanto, Kern (2004) verifica somente a influência de diferentes cenários produtivos na viabilidade financeira do empreendimento e não realiza análises sob a ótica da gestão dos processos em canteiro a fim de identificar qual o plano de ataque mais adequado para executar a edificação.

Apesar de relevante, a abordagem utilizada por Kern (2004) serve para avaliar a qualidade do planejamento de longo prazo somente no âmbito financeiro, podendo haver negligência quanto aos aspectos ligados à gestão do processo de produção, como por exemplo, análise do tempo de ciclo e atravessamento dos processos, definição do número de equipes de produção e verificação dos impactos quanto ao gerenciamento dos fluxos físicos em canteiro.

Schramm (2004) também reconhece as incertezas e variabilidades presentes no processo produtivo e procura reduzi-las através do desenvolvimento de estudos sobre o projeto do sistema de produção (PSP), em que seu objetivo é a busca de melhorias na gestão da obra e a criação de condições para o controle.

Dentre as definições que fazem parte do PSP proposto por Schramm (2004) destaca-se novamente a importância da determinação da estratégia de ataque à obra, com os objetivos de promover a sincronização entre os processos e a manutenção de um fluxo de trabalho contínuo, ambos alcançados através de estudos de seqüência e trajetória das equipes de produção.

Nesta dissertação o termo estratégia de ataque (BERNARDES, 2001), de produção ou de execução (SCHRAMM, 2004), é entendido de forma similar ao plano de ataque (ASSUMPCÃO, 1996), sendo este último adotado por esta pesquisa. A razão para tal consideração é que ambos possuem foco na definição dos fluxos de trabalho.

Estudos realizados por Bulhões et al. (2003) e Bulhões e Formoso (2004) ressaltam a importância do esforço gerencial na preparação do plano de longo prazo, em especial na etapa referente à definição da estratégia de produção da obra.

No entanto, ao mesmo tempo em que é reconhecida a influência e importância do plano de ataque na eficácia do planejamento de longo prazo dos empreendimentos, ressalta-se a escassez de estudos que aprofundem suas análises nesta fase do processo de planejamento. Desta maneira, entende-se que é necessário desenvolver pesquisas sobre esta etapa de modo a torná-la eficaz.

Para operacionalizar a elaboração do plano de ataque é preciso recorrer à utilização de técnicas que favoreçam a transparência nas análises dos processos (AKKARI, 2003). As linhas de balanço aparecem neste cenário como uma ferramenta gerencial importante, visto que as mesmas fornecem parâmetros importantes para o gerenciamento dos processos de produção.

Pesquisas recentes (BULHÕES et al., 2003a; BULHÕES E FORMOSO, 2004; COSTA et al., 2004; SCHRAMM, 2004; BULHÕES et al., 2005) comprovam o impacto positivo da explicitação dos planos através de gráficos. Estes estudos reconhecem a eficácia da linha de balanço como ferramenta de representação das estratégias de produção.

A presente dissertação está inserida neste contexto, voltada para a análise de planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos, tomando como base a discussão sobre a repercussão, tanto em nível tático como operacional, da alteração do tempo de ciclo dos processos de produção. Ademais, vislumbra-se a oportunidade da aplicação de um dos princípios centrais da Nova Filosofia de Produção (NFP), a redução do tempo de ciclo dos processos.

1.2 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica na medida em que se propõe a contribuir para a seleção de planos de ataque. Nesse contexto, esta pesquisa procura discutir os reflexos causados pela alteração do tempo de ciclo de determinados processos da produção no planejamento de longo prazo de edifícios de múltiplos pavimentos, como também no âmbito operacional.

Embora as análises de viabilidade, econômica ou financeira, determinem ou influenciem a estratégia de como o produto – edificação – deva ser produzido, é necessário incorporar nestas análises a visão do processo de produção. Segundo Goldratt (1998) a abordagem voltada somente para os custos visa o alcance das metas globais através de otimizações locais, sendo necessário considerar todas as partes do processo, bem como as interações entre as mesmas para o alcance das metas da organização.

Ademais, sente-se a necessidade de visualizar claramente a influência que um dos princípios centrais da NFP – redução do tempo de ciclo – pode causar na definição do plano de

ataque de edifícios de múltiplos pavimentos, haja vista que tal princípio é largamente difundido e recomendado na teoria, porém sua aplicação apresenta-se pouco desenvolvida em casos práticos.

Outra característica relevante na realização do trabalho é o emprego de ferramentas gerenciais como as linhas de balanço e redes de precedência, como uma maneira de se disponibilizar informações que possam contribuir para a tomada de decisão no presente e no futuro.

Em relação à utilização da linha de balanço pode-se dizer que a mesma possibilita a criação e visualização dos planos de ataque propostos neste estudo. Pretende-se mostrar que esta técnica favorece a análise das repercussões que a modificação do tempo de ciclo de determinados processos da obra podem causar no plano tático do empreendimento, como também no âmbito operacional.

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão fundamental da pesquisa é:

- Quais as repercussões, em termos táticos e operacionais, de diferentes tempos de ciclo de processos de produção na formulação de planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos?

1.4 HIPÓTESE

A criação de diferentes planos de ataque, por meio da alteração do tempo de ciclo dos processos, propicia melhores condições de gerência e aprendizado à produção.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os reflexos de diferentes tempos de ciclo dos processos de produção em planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Analisar a influência das células de produção nos planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos;
- Propor a utilização da técnica de linha de balanço de modo a contribuir para a implementação desta ferramenta pelas empresas de construção civil;
- Analisar quais os reflexos que as alterações dos tempos de ciclo proporcionadas no planejamento tático do empreendimento possuem em termos operacionais;

- Contribuir com as pesquisas relacionadas à integração dos níveis hierárquicos de planejamento da produção na construção civil.

1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada por meio da criação de cenários produtivos baseado em um estudo de caso conduzido em uma empresa de construção civil de médio porte atuante no subsetor de edificações na cidade de Fortaleza - Ceará.

Buscou-se analisar um empreendimento que possuísse caráter repetitivo – edifícios de múltiplos pavimentos – destinados a clientes privados. Ressalta-se que os dados deste estudo referem-se a uma empresa e por isso a pesquisa está limitada à realidade da mesma.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se estruturada conforme segue:

O capítulo 1 consiste na introdução ao tema abordado na dissertação apresentando a problematização, justificativa, questão de pesquisa, hipótese, objetivos geral e específicos, limitações da pesquisa e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica sobre as áreas de conhecimento que serviram de base para condução do estudo. Temas como Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta, Construção Enxuta, Planejamento e Controle da Produção, além da técnica de Linha de Balanço foram revisados.

Informa-se também que ao longo da revisão bibliográfica foi necessário considerar o tópico das células de manufatura. Isto se deu em virtude do contexto em que se encontrava a empresa pesquisada, isto é, adotando em suas obras os pacotes de trabalho como forma de arquitetar seu sistema produtivo. Nesse sentido, torna-se importante ressaltar a escassez de estudos que tratam dos pacotes de trabalho, sendo então necessário buscar respaldo na bibliografia das células de manufatura, tendo em vista a semelhança de conceitos.

O capítulo 3 fornece a metodologia desenvolvida ao longo do trabalho para o alcance dos objetivos propostos e busca também garantir a replicabilidade da pesquisa em outras situações.

O capítulo 4 é destinado à apresentação do estudo de caso realizado no decorrer deste trabalho.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões desta pesquisa e as sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS TEÓRICOS

A causa principal de insucessos nos sistemas de gestão na construção civil está, segundo Koskela (2000), na base conceitual em que os mesmos estão fundamentados. Para este autor os sistemas de gestão devem ser analisados não somente através da visão de transformação de matéria-prima em produto final, como é feito nos sistemas de gestão tradicionais, mas também necessitam ser considerados como processos de fluxo e geração de valor.

Baseado nesta afirmativa, o presente estudo busca incorporar ao planejamento de longo prazo de edificações, uma abordagem que leve em consideração os princípios relativos à Nova Filosofia de Produção (NFP). Ressalta-se que neste trabalho, o princípio da redução do tempo de ciclo é considerado na formulação dos planos de ataque desenvolvidos.

Koskela (1992) entende que a compressão do tempo de ciclo é a base para melhoria na NFP, pois a mesma induz a redução das atividades que não agregam valor como inspeção, espera e transporte. Para Koskela (1992), o termo NFP envolve um grupo de metodologias, técnicas e ferramentas que se originaram no setor da indústria automobilística.

Apesar de apresentar bons resultados para a indústria manufatureira, essa filosofia é pouco conhecida na indústria da construção civil. A postura dos gerentes da construção, ávidos na busca por soluções de curto prazo e concentrados apenas na conclusão do trabalho e não em seu desenvolvimento ao longo do tempo, pode ser considerada uma barreira para implementação dessa teoria (KOSKELA, 2000).

Na tentativa de contribuir para a implementação de princípios da NFP no ambiente da construção e possibilitar o alcance dos objetivos deste trabalho, acredita-se ser necessário

pesquisar áreas do conhecimento como o Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta e Construção Enxuta, além de abordar aspectos relacionados ao planejamento e controle da produção e revisar estudos que tratem da aplicação da técnica de linha de balanço e células de manufatura.

2.1.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) mudou os paradigmas da administração da produção, trazendo à tona idéias simples e inovadoras baseadas em um objetivo comum: aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios (OHNO, 1997).

Para tanto, Ohno (1997) considera que tais perdas devem ser primeiramente identificadas e, para isso, juntamente com Shingo (1996a), classificou-as como sendo: perdas por superprodução, perda por transporte, perda no processamento em si, perda por estoque disponível, perda devido à produção de produtos defeituosos, perda por movimento e perda por espera.

De acordo com Alves (2000), a análise destas perdas possibilita identificar onde estão ocorrendo as mesmas, e torna possível propor ações no sentido de aumentar a eficiência das operações e do processo como um todo.

Shingo (1996a) esclarece que o STP considera a produção como uma rede de processos e operações*, onde o primeiro é definido como as fases pelas quais a matéria-prima passa até se transformar em produto (fluxo de materiais), enquanto o segundo é caracterizado pelos estágios nos quais ocorrem os fluxos dos operadores, máquinas ou equipamentos.

Shingo (1996a) refuta a idéia de que as melhorias nos processos possam ser obtidas

* Shingo (1996a) denomina essa rede de processos e operações como Mecanismo da Função Produção.

por meio dos aperfeiçoamentos isolados nas operações e salienta a necessidade de se promover aprimoramentos primeiramente nos processos para depois focalizar as operações.

Segundo Ohno (1997), o STP é sustentado por dois pilares: o Just-in-Time (JIT) e a Autonomia. As metas colocadas pelo JIT são: zero defeitos, tempo zero de preparação (setup), estoques zero, movimentação zero, quebra zero, tempo zero de atravessamento (lead time) e lote unitário (CORRÊA E GIANESI, 1996).

De acordo com esta filosofia os produtos somente são produzidos quando há necessidade e nas quantidades realmente necessárias. O sistema de puxar a produção a partir da demanda, nos moldes comentados acima, ficou conhecido no Ocidente como sistema Kanban (CORRÊA E GIANESI, 1996). Este nome foi dado aos cartões utilizados, ao longo do processo produtivo, como um meio para transmitir informação sobre apanhar ou receber a ordem de produção (OHNO, 1997).

Com o foco no combate às perdas, o JIT tornou possível o alcance do estoque zero. Shingo (1996b) propõe três estratégias para que se consiga estoque zero: redução dos ciclos de produção, eliminação das quebras e defeitos pelo ataque às causas dos problemas e a redução dos tempos de setup, com conseqüente redução do tamanho dos lotes.

Esta última estratégia possibilita o chamado efeito aprendizagem, pois em função dos lotes pequenos, há a possibilidade de se observar melhor a produção, identificando os erros que porventura venham a acontecer, impedindo que os mesmos sejam reproduzidos e aumentando o desempenho da equipe juntamente com a qualidade do produto final.

Segundo Ghinato (1996), Shingo reconhece o JIT e a autonomia como pilares do STP, mas considera o não-estoque e a redução do homem-hora como as verdadeiras bases desse sistema de produção, em que o JIT e a autonomia seriam métodos usados para operacionalizá-los.

Denominada por Ohno (1997) como a outra base do STP, a automação ou automação com um toque humano, ocupa uma posição extremamente importante para o funcionamento do STP, pois mantém uma estreita relação com o princípio fundamental da redução de custos por meio da eliminação de perdas (GHINATO, 1996).

A automação buscou eliminar a superprodução, que era considerado um desperdício significativo na manufatura, além de evitar a produção de produtos defeituosos (OHNO, 1997). Para isso, procurou-se dar autonomia aos trabalhadores no intuito de garantir um sistema de fluxo contínuo e sincronizado na produção.

Para Ohno (1997) a implementação da automação está a cargo dos gerentes e supervisores de cada área de produção. Neste sistema, os trabalhadores interrompem a produção caso apareça qualquer anormalidade e imediatamente o problema é compreendido pelo grupo tornando possível a melhoria contínua do processo.

2.1.2 PRODUÇÃO ENXUTA

Face ao crescimento da participação de companhias japonesas no mercado automobilístico e em contraposição à incapacidade das indústrias ocidentais em aprender com seus competidores japoneses, um grupo de pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology, liderados por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross, empreenderam em meados da década de oitenta, um projeto chamado Programa Internacional de Veículos Automotores com o intuito, entre outros objetivos, de entender e conhecer o conjunto de idéias em relação as quais as companhias japonesas haviam sido pioneiras. Foi desta maneira que surgiu o livro “A Máquina que Mudou o Mundo” de Womack et al. (1992) e que veio culminar

no ponto de partida para a Produção Enxuta. Este termo foi criado para denominar a maneira inteiramente nova de se produzir, a qual os japoneses estavam desenvolvendo.

Segundo Hirota (2001) não há consenso em relação à identidade da Produção Enxuta, pois a mesma é tratada com denominações diferentes como Sistema Toyota de Produção, Produção com Estoque Zero (SHINGO, 1996b) e Nova Filosofia de Produção (KOSKELA, 1992). Para a mesma autora esta falta de consenso denota a ausência de uma teoria de gerenciamento da produção, como asseguram Hopp e Spearman (1996) e Koskela (2000).

Womack et al. (1992) fornecem uma minuciosa explanação dos conceitos e técnicas da produção enxuta. Porém, nota-se o fato dos autores não se importarem com as características específicas da sociedade japonesa como a alta taxa de poupança, a alfabetização quase universal e a propensão em subordinar os desejos pessoais às necessidades do grupo, por exemplo.

Entretanto, Ghinato (1996) enfatiza a necessidade da compreensão da ação conjunta de diversos fatores importantes como o ambiente sócio-cultural, o ambiente empresário-governamental, o ambiente concorrencial e o ambiente organizacional. Para este autor, é dessa forma que o modelo japonês pode ser razoavelmente explicado.

Com base na filosofia desenvolvida pelo STP, Womack et al. (1992) identificaram cinco princípios do pensamento enxuto:

- Especificação precisa de valor – definir exatamente o que interessa para o cliente final, de modo a expressar este valor por meio de algum produto e/ou serviço, em um tempo determinado;
- Identificação da cadeia de valor – conhecer as medidas necessárias para levar um produto ou serviço ao cliente final;
- Fluxo – evitar a formação de estoques e esperas através da garantia de fluxo contínuo;

- Produção puxada – produzir apenas o que foi demandado;
- Perfeição – manter a contínua busca de melhorias e constante retroalimentação do sistema (inovação).

Estes princípios objetivam a eliminação das perdas, através da criação de um fluxo contínuo de valor, em todas as etapas da cadeia produtiva, conseguindo a perfeição no atendimento aos requisitos dos clientes (ALVES, 2000).

Womack et al. (1992) também destacam a importância da equipe dinâmica de trabalho, nomeando-a o coração da fábrica enxuta. Os estudos realizados por estes autores mostraram que os trabalhadores reagem apenas quando existe algum senso de compromisso mútuo. Isto significa que é preciso que a gerência valorize os trabalhadores qualificados de modo a adotar estratégias para mantê-los e delegar responsabilidades às equipes.

Assim sendo, caso não haja liderança por parte da gerência e os trabalhadores não tenham a visão do comprometimento mútuo em jogo, a produção enxuta reverterá para a produção em massa (WOMACK et al, 1992).

Quando questionados sobre quais são os aspectos organizacionais realmente importantes de uma fábrica enxuta, Womack et al. (1992) afirmam ser a transferência do máximo de tarefas e responsabilidades que agregam valor aos trabalhadores e a sistematização da detecção de defeitos, que rapidamente relaciona cada problema a sua causa.

2.1.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA

No intuito de avaliar as implicações da Nova Filosofia de Produção na indústria da construção civil, Koskela (1992) buscou construir uma teoria voltada a esse setor, chamando-a

de Construção Enxuta (CE). Este termo foi adotado para designar a aplicação dos conceitos da Produção Enxuta na construção civil.

Destaca-se na NFP a maneira como os processos produtivos são compreendidos (KOSKELA, 1992). Diferentemente da filosofia tradicional de produção, em que os processos consistem em atividades de conversão de matérias-primas (inputs) em produtos (outputs), a NFP considera que a produção é composta de atividades de conversão, que são as atividades que agregam valor ao produto final (levantamento de alvenaria e execução de revestimento, por exemplo) e de atividades que não agregam valor ao produto final, mas que também ocorrem durante o processo, que são as chamadas atividades de fluxo como transporte, espera e inspeção de materiais, pessoas, equipamentos e informações.

O Quadro 1 apresenta as principais diferenças entre a produção convencional e a NFP (KOSKELA, 1993).

Quadro 1: Filosofia convencional e a nova filosofia de produção (KOSKELA, 1993).

	Filosofia convencional de produção	Nova filosofia de produção
Conceito de produção	Produção consiste em conversões de atividades; todas atividades agregam valor	Produção consiste em conversão e fluxo; existem atividades que agregam valor e que não agregam valor
Foco do controle	Custo das atividades	Custo, tempo e fluxo de valor
Foco de melhorias	Aumentar a eficiência pela implementação de novas tecnologias	Eliminação ou supressão das atividades que não agregam valor, aumento de eficiência das atividades que agregam valor através de melhorias contínuas e novas tecnologias

Percebe-se na tabela 1 duas maneiras de se entender e gerenciar a função produção. Para Slack et al. (1997) o gerenciamento da função produção é entendido como parte da administração de produção. O mesmo autor propõe um modelo geral da administração de produção (Figura 1).

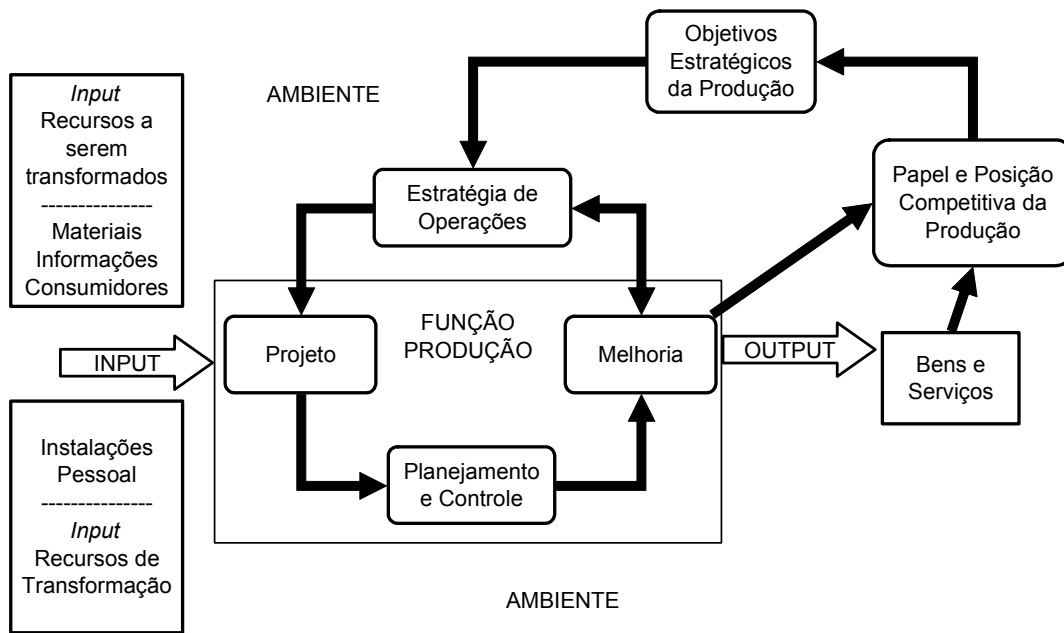


Figura 1: Modelo geral da administração de produção (SLACK et al, 1997).

O modelo apresentado por Slack et al. (1997) demonstra que as atividades ligadas à função produção – projeto, planejamento, controle e melhoria – servem para atender os objetivos estratégicos da produção por intermédio de uma estratégia de produção. Percebe-se, portanto a inter-relação existente entre a estratégia de produção e as atividades relacionadas à função produção.

Skinner (1969) apud Silva e Santos (2002) mostrou pela primeira vez a necessidade de maior vínculo das decisões da produção com a estratégia geral da empresa. Segundo Heineck (1996a), as estratégias ligadas à produção necessitam ser formuladas de acordo com as potencialidade e ideais da empresa.

No entanto, Silva e Santos (2002) apontam incongruências e falta de foco estratégico das decisões relacionadas à produção e acreditam que o problema é a falta de um planejamento

estratégico efetivo e sistemático. Formoso et al. (1996) já haviam também identificado incoerências entre os objetivos competitivos de empresas construtoras de pequeno porte e suas ações em relação à função produção.

Hill (1992) apud San Martin (1999) aponta como causas da não consideração de aspectos relacionados à função produção nas estratégias organizacionais das empresas o comportamento reativo dos gerentes de produção, a ausência de envolvimento do gerente de produção nas decisões estratégicas, a deficiência na comunicação entre a função produção e a alta gerência e o foco estratégico somente no meio externo, deixando a função produção apenas com a tarefa de produzir.

Nota-se, portanto a existência e importância da ligação entre a estratégia de negócio e a estratégia de produção das empresas, em que é ressaltado o papel da organização da função produção como uma fonte de vantagem competitiva (BARROS NETO, 1999).

Barros Neto (1999) insere a visão de competitividade dentro do setor de produção, mas observa que nem sempre a busca da máxima eficiência (redução de custos) será o principal objetivo da produção, aceitando a possibilidade de haver outros objetivos que se ajustem melhor à estratégia competitiva da empresa.

Isto pode ser verificado no estudo realizado por San Martin (1999) em que o custo não aparece como alvo principal nas análises de processos e na avaliação de tecnologias de edificação, ao passo que as precedências inerentes às tecnologias avaliadas, em termos de processos intrínsecos e constantes de produção, tornam-se determinantes.

Heineck (1996a) também afirma não ser apenas a maximização dos lucros o objetivo das empresas e apresenta de modo abrangente outras metas das organizações:

- Desenvolvimento de recursos humanos;
- Desenvolvimento de tecnologias e procedimentos padronizados de execução;
- Crescimento moral e ético da organização;

- Aumento da produtividade;
- Aumento da produção e da capacidade produtiva;
- Cumprimento de prazos e redução de prazos de execução;
- Aumento do controle sobre o processo produtivo;
- Aumento da qualidade intrínseca do produto;
- Redução de custos e aumento de ganhos financeiros decorrentes dos saldos de caixa de obra;
- Aumento da capacidade de lidar com volumes e tipologias diferentes de obras ao longo do tempo (flexibilidade do processo produtivo).

Nesse contexto, a construção enxuta auxilia o trabalho na medida em que introduz conceitos e princípios que podem ser úteis no desenvolvimento de uma gestão orientada para o processo de produção. Mello et al. (1996) analisa a produção sob esse enfoque e mostra possíveis soluções, além de vantagens factuais e potenciais presentes no setor de construção.

Dentre as observações realizadas por Mello et al. (1996), sob a ótica do novo paradigma de produção, destacam-se princípios como redução de estoques, parcerias com fornecedores, produção puxada, eliminação das atividades que não agregam valor, redução dos tempos (*lead time*), produção focalizada, operários polivalentes, aumento da flexibilidade de saída e melhoria contínua dos processos.

Apesar da relevância dos princípios citados acima, Koskela (2000) observa que existe uma lenta difusão dos mesmos e cita algumas razões:

- Os casos de sucesso que servem como referência tem sido aplicados em outras indústrias e não são facilmente internalizados pelo setor da construção civil;
- Apesar de crescente, ainda existe uma relativa falta de competitividade internacional no setor.

Koskela (1999) entende que é necessário uma teoria de produção que auxilie as análises quanto à implementação de novos conceitos na produção. Para este autor, uma teoria fornece explicações sobre o comportamento observado e permite projeções de comportamentos futuros, além de criar uma estrutura de trabalho comum através da qual a cooperação entre pessoas – em tarefas realizadas coletivamente como projetos, por exemplo – é facilitada.

Koskela (1999) também destaca a importância de uma teoria sob o ponto de vista prático do gerenciamento da produção, salientando que a mesma conduz a melhorias no desempenho, assim como a sua falta resulta em perda de performance. Para Koskela (1999) o significado principal de uma teoria, sob um enfoque prático, é fornecer um elemento de benchmark para a prática.

Baseado em Koskela (1992), Santos (1999) apresenta, de maneira hierárquica, os elementos que caracterizam uma teoria de gerenciamento da produção (Figura 2).

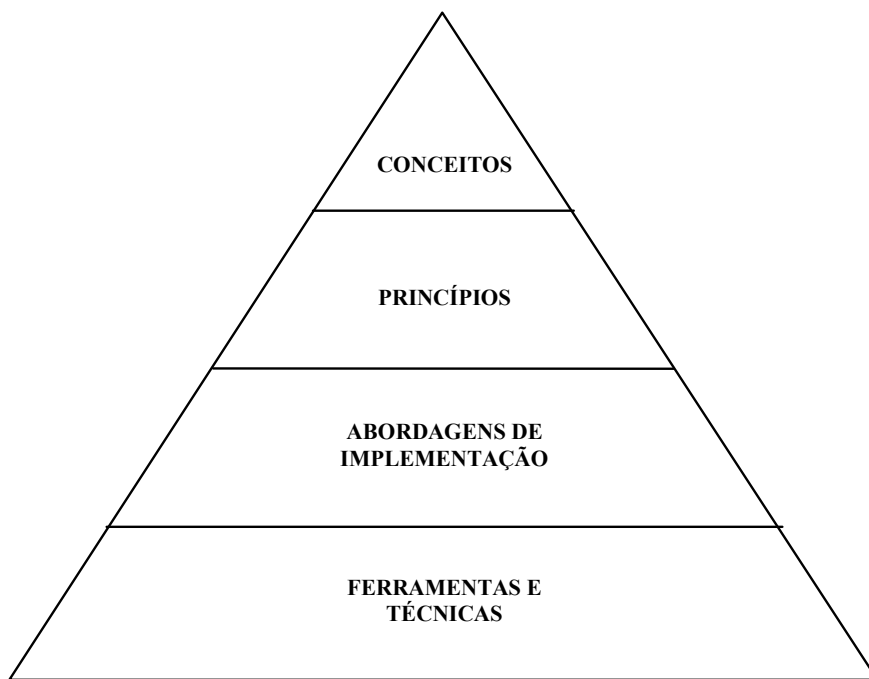


Figura 2: Níveis teóricos dentro da Teoria de Gerenciamento da Produção (SANTOS, 1999; baseado em KOSKELA, 1992).

No topo da pirâmide adaptada por Santos (1999) nota-se a presença dos conceitos, que podem ser entendidos como as idéias centrais obtidas por meio da generalização de casos particulares (Weihrisch & Koontz, 1993 *apud* Santos, 1999).

Koskela (2000) fornece um modelo integrado, denominado de teoria de produção TFV (Transformação-Fluxo-Valor), em que a produção é entendida a partir de três conceitos básicos: transformação, fluxo e geração de valor (Quadro 2).

Quadro 2: Teoria de produção TFV (adaptado de KOSKELA, 2000).

	Visão de transformação	Visão de fluxo	Visão de geração de valor
Conceito de produção	Como transformação de entradas (<i>inputs</i>) em saídas (<i>outputs</i>)	Como fluxo de material composto de transformação, inspeção, movimento e espera	Como um processo em que o valor para o cliente é produzido através da satisfação de suas necessidades
Princípios gerais	Realizar a produção eficientemente	Eliminar o desperdício (atividades que não agregam valor)	Eliminar perda de valor (valor alcançado em relação ao melhor valor possível)
Métodos e práticas (exemplos)	Decomposição do trabalho (WBS), MRP, gráfico de responsabilidade organizacional	Fluxo contínuo, controle da produção puxada e melhoria contínua	Métodos para captura das necessidades dos clientes
Contribuição prática	Considerar o que tem que ser feito	Considerar, tanto quanto possível, o que é desnecessário para a realização de uma atividade	Considerar as necessidades dos clientes reunindo-as da melhor maneira possível
Nome sugerido para a aplicação prática da visão	Gerenciamento de tarefa	Gerenciamento de fluxo	Gerenciamento de valor

Segundo Santos (1999), com base em cada conceito apresentado é possível realizar desdobramentos denominados princípios que podem ser considerados como tal desde que generalizações ou hipóteses referentes aos mesmos já tenham sido observados na prática. Em

outras palavras, significa dizer que um princípio representa a maneira pela qual se pode transformar a realidade; baseado e em direção à visão (idéia central) preconizada por um conceito.

Koskela (2000) apresenta também os princípios de produção associados a cada visão proposta na teoria TFV (Quadro 3).

Quadro 3: Princípios derivados de cada visão da teoria TFV (adaptado de KOSKELA, 2000).

Princípios gerais	Princípios associados
Visão de transformação: realizar as atividades que agregam valor eficientemente	- Decomposição das tarefas de produção - Minimizar os custos de todas as tarefas decompostas
Visão de fluxo: reduzir a parcela das atividades que não agregam valor	- Compressão do tempo de atravessamento - Redução de variabilidade - Simplificação - Aumentar a transparência - Aumentar a flexibilidade
Visão de valor: aumentar o valor para o cliente	- Garantia de que todos os requisitos foram capturados - Garantia do fluxo das necessidades dos clientes na organização - Assegurar que todos os requisitos do cliente sejam entregues ao mesmo - Garantir a capacidade do sistema de produção - Medir valor

Bertelsen e Koskela (2002) afirmam que os três diferentes grupos de princípios, em parte contraditórios, podem ser usados para projetar, controlar e melhorar o sistema de produção. Com o propósito de apontar quais princípios devem ser utilizados para uma situação em particular, estes autores propõem as seguintes diretrizes:

- Integração: as três visões sobre a produção são aspectos de um mesmo fenômeno e dessa forma, em cada situação gerencial, todos os aspectos devem ser reconhecidos;

- Balanceamento: em caso de princípios contraditórios, devem ser tomadas decisões balanceadas;
- Sinergia: a sinergia entre os princípios deve ser considerada e utilizada nas decisões gerenciais;
- Contingência: dependendo da situação, cada visão da produção ou princípio específico torna-se fator crítico de sucesso. Nem todos os aspectos têm a mesma importância em determinada situação.

Ainda com base na Figura 2 apresentada anteriormente nota-se que abaixo do nível de princípios encontram-se as abordagens de implementação. Para Santos (1999), esse termo significa a maneira como se implementa um princípio. Por exemplo, uma das formas para se chegar à redução do tempo de ciclo é por meio da diminuição do tamanho do lote.

Por fim, na base da pirâmide (Figura 2) situam-se as ferramentas e técnicas que servem como meio de desenvolvimento e aplicação da teoria na prática, ou seja, são designadamente utilizadas para ajudar na determinação de respostas peculiares para problemas específicos (SANTOS, 1999).

Ao nível das ferramentas e técnicas encontram-se os métodos de coleta, estruturação e análise de dados como gráficos de Ishikawa e Pareto, por exemplo (Santos, 1999). Nesta dissertação a técnica de linha de balanço é utilizada para representação dos planos de ataque do empreendimento, pois a mesma favorece análises de fluxo dos processos desenvolvidos em obra.

Dentro do conceito de fluxo, em que a produção é entendida como sendo constituída de processamento, espera, inspeção e atividades de transporte, percebe-se como princípio geral a eliminação do desperdício, ou seja, das atividades que não agregam valor (Quadro 2).

Desta forma, conclui-se que apenas as atividades de processamento são as que realmente agregam valor para o cliente, e como consequência as outras atividades devem ser

eliminadas do sistema de produção (KOSKELA, 1992; WOMACK & JONES, 1996; SANTOS, 1999).

Koskela (1992) entende que a compressão do tempo de ciclo é a base para melhoria na NFP, pois a mesma induz a redução das atividades que não agregam valor como inspeção, espera e transporte. Por essa razão, neste trabalho, um dos princípios derivados do conceito de fluxo, a redução do tempo de ciclo, foi considerado na elaboração dos planos de ataque.

Porém, antes mesmo de qualquer tentativa de se analisar os impactos que a alteração dos tempos de ciclo pode causar nos planos de ataque do empreendimento, é preciso definir o termo que será estudado.

Para Koskela (1992), o tempo de ciclo de um processo é o período necessário para que uma parte do material ou informação percorra o fluxo produtivo completamente, isto é, o processamento, a inspeção, a espera, além das atividades de transporte.

Santos (1999) afirma que o princípio de redução do tempo de ciclo consiste na minimização do período para que um lote particular de material ou sub-produto atravesse todos os estágios de um ciclo do processo. Para o referido autor o ciclo se inicia no momento em que há preparação do processo de produção até o momento em que o produto ou ordem de produção está pronto para ser entregue ao cliente.

Para Alvarez e Antunes Jr. (2001), a duração de um ciclo corresponde ao tempo transcorrido entre a repetição de um mesmo evento que simboliza o início ou fim desse ciclo. Entretanto, os autores supracitados ressaltam que “em um sistema de produção, o tempo de ciclo é determinado pelas condições operativas da célula ou linha”.

Tal afirmação traz consigo a necessidade de se apresentar outros aspectos que podem interferir no tempo de ciclo de um ou mais processos, como por exemplo, a configuração da célula de produção (alocação alternativas de operários), as características específicas de algumas operações (tempo demandado para cura de um revestimento argamassado, por exemplo), o uso

de diferentes equipamentos que podem alavancar a produtividade de determinado processo (uso de balanças elétricas ao invés de balanças com sistema de elevação manual para execução das fachadas, por exemplo) e o abastecimento contínuo de suprimentos (produção protegida).

Outra questão importante levantada por Alvarez e Antunes Jr. (2001) é o enfoque que é dado quando se determina o tempo de ciclo, isto é, a diferença que se tem quando se analisa o tempo de ciclo de uma operação isolada, em que o tempo de ciclo é igual ao tempo padrão*, em relação à definição do tempo de ciclo de um conjunto de operações. Em síntese, para este último caso, Alvarez e Antunes Jr. (2001) afirmam ser necessário contemplar as relações sistêmicas de dependência entre os equipamentos e as operações.

De forma complementar, em uma perspectiva de célula de trabalho, o tempo de ciclo é determinado pelas características dos equipamentos e peças e pela configuração da célula, ou seja, pela alocação de operários nos postos de trabalho (ALVAREZ E ANTUNES JR., 2001).

É importante ressaltar já nesta revisão bibliográfica a influência da configuração da célula de trabalho na determinação do tempo de ciclo, isto é, os diferentes tempos que podem existir baseados em alocações alternativas de operários à linha de produção, pois no estudo de caso desenvolvido nesta pesquisa valeu-se deste artifício para gerar os planos que buscam atender aos objetivos deste trabalho.

Para Alvarez e Antunes Jr. (2001), outra maneira para reduzir o tempo de ciclo é a efetivação de melhorias nas operações, tanto principais como auxiliares. Segundo os referidos autores tal medida vale para os casos em que o aumento do número de operários não é suficiente, desejado, ou mesmo possível.

Embora o tempo de ciclo esteja intimamente ligado à capacidade do sistema produtivo deve-se considerar que o mesmo não é imutável, haja vista que medidas podem ser

* Alvarez e Antunes Jr. (2001) consideram como tempo padrão aquela duração que consta nos roteiros de produção dos sistemas de PCP. Por exemplo, para o caso de uma máquina dedicada com um tempo padrão de 2,5 minutos, o tempo de ciclo também será de 2,5 minutos.

tomadas para reduzi-lo (Alvarez e Antunes Jr., 2001). Neste sentido, são apresentados a seguir exemplos de abordagens que podem ser implementadas para a redução do tempo de ciclo (KOSKELA, 1992; SANTOS, 1999):

- redução do trabalho em progresso, no intuito de minimizar o número de etapas do processo aguardando para serem finalizadas;
- redução do tamanho do lote, permitindo aceleração na entrega das unidades e identificação e correção rápida de erros entre as etapas do processo ou entre processos;
- minimização das distâncias físicas entre as etapas de um processo;
- sincronização e suavização do fluxo produtivo, reduzindo o tempo de espera para o mínimo possível enquanto se mantém um ritmo contínuo de trabalho;
- redução da variabilidade por meio da identificação e eliminação das causas dos desvios em relação às metas traçadas e os limites definidos;
- alteração da ordem de execução do processo, isto é, passar de atividades sequenciais para atividades em paralelo;
- resolução de problemas detectados no controle e remoção de restrições permitindo um fluxo contínuo da produção.

As abordagens apresentadas anteriormente exemplificam alternativas da redução do tempo de ciclo dos processos de produção. Entretanto, em função desta pesquisa se desenvolver na etapa de planejamento de longo prazo do empreendimento, determinadas abordagens como a última citada na lista acima, por exemplo, são inviáveis em termos de aplicação no estudo realizado.

Em razão disso, buscou-se nesta dissertação induzir o tempo de ciclo dos processos com base na alteração da configuração da célula de trabalho, isto é, pelas diferentes composições de equipes possíveis para execução de cada pacote de trabalho definido no estudo de caso desenvolvido.

Ressalta-se mais uma vez que o presente trabalho busca mostrar de maneira transparente, por meio da utilização da técnica da linha de balanço, a repercussão que diferentes tempos de ciclo podem causar no plano de ataque do empreendimento bem como no nível operacional.

2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Formoso et al. (1999) afirma que um dos principais problemas enfrentados pela indústria da construção é o fato do PCP não ser encarado como um processo gerencial. Os mesmos autores ainda relatam a falta de integração entre os níveis de planejamento e concluem que esta falha ocasiona a falta de planos de alocação de materiais, equipamentos e mão-de-obra de médio e longo prazo, causando a utilização ineficiente desses recursos.

A ineficácia do planejamento da produção também foi caracterizada por Laufer & Tucker (1987). Estes autores apontaram como sendo as causas deste insucesso a separação entre a concepção do planejamento e a produção, a falta de domínio técnico por parte dos gerentes, falta de dados reais sobre a produção e a ênfase na programação e no controle autoritário.

Para Laufer & Tucker (1987) o planejamento deve projetar as atividades que serão executadas, os métodos a serem utilizados, os recursos a serem empregados e o seqüenciamento e programação das atividades. Howell e Ballard (1996) ressaltam a importância do PCP em função de sua elevada influência nos custos vinculados à realização de obras e na confiabilidade da produção em relação aos prazos.

2.2.1 DEFINIÇÃO E OBJETIVOS DO PLANEJAMENTO

Limmer (1997) define planejamento como um processo em que são estabelecidos objetivos, discutidas expectativas de ocorrências de situações previstas, veiculadas e comunicadas informações e resultados entre pessoas, unidades de trabalho, departamentos e até mesmo empresas.

De acordo com Laufer & Tucker (1987) o planejamento pode ser definido como o processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma desejada ação futura, utilizando para isso meios eficazes para concretizá-la.

Neste trabalho será adotada a definição proposta por Formoso (1991), em que o planejamento é entendido como “o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle”.

Desta forma considera-se que o planejamento não tem efeito sem o controle e vice-versa (FORMOSO et al., 1999). No entanto, em função dos objetivos propostos neste trabalho, ressalta-se que o presente estudo concentra seu foco na etapa de planejamento de longo prazo.

Segundo Laufer & Tucker (1987), o planejamento possui quatro objetivos básicos:

- Auxiliar o gerente na direção da empresa;
- Coordenar as várias entidades envolvidas na construção do empreendimento;
- Viabilizar o controle da construção;
- Possibilitar a comparação de alternativas, de modo a facilitar à tomada de decisão.

2.2.2 OS NÍVEIS DE PLANEJAMENTO

Em relação aos níveis de elaboração do planejamento, Limmer (1997) diz que “o planejamento de um projeto é feito em nível estratégico e tático para ser, posteriormente, desenvolvido em nível operacional, constituindo-se então em programação”.

Esta divisão do planejamento em níveis verticais de decisão é largamente utilizada na bibliografia referente a este tema (LAUFER & TUCKER, 1987; ASSUMPÇÃO, 1996; MENDES JR., 1999; ALVES, 2000; BERNARDES, 2001; GONZALEZ, 2002; AKKARI, 2003 e SCHADECK, 2004). Formoso et al. (1999) afirmam que esta divisão em níveis hierárquicos se dá em função da complexidade característica dos empreendimentos do setor construção e da variabilidade de seus processos.

Com base no modelo de PCP proposto por Bernardes (2001) são apresentados a seguir os três níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) referentes a etapa de PCP propriamente dito.

Ressalta-se que neste trabalho será dedicada especial atenção à etapa de planejamento de longo prazo, visto que é nesta fase que as análises propostas neste estudo se enquadram.

2.2.2.1 PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO

Neste nível são determinados os ritmos em que serão executados os principais processos de produção (FORMOSO et al., 1999). Bernardes (2001) salienta que este plano, denominado plano mestre, servirá de informação para geração do fluxo de caixa do

empreendimento e para programação dos recursos classe 1 (recursos que requerem longos prazos para aquisição).

Assumpção (1996) acrescenta que nesta etapa são definidos os prazos das principais etapas da obra, o plano de ataque (seqüências e trajetórias de execução) e o número de equipes envolvidas na execução das atividades.

Neste trabalho os conceitos de seqüência e trajetória seguem o disposto na tese de Assumpção (1996), onde a primeira refere-se a ligações que estabelecem dependências entre atividades de natureza diferentes, desempenhadas dentro de um mesmo pavimento, e a segunda a ligações que constituem vinculação entre atividades de mesmo tipo que se repetem ao longo dos pavimentos. A Figura 3 evidencia as definições citadas neste parágrafo.

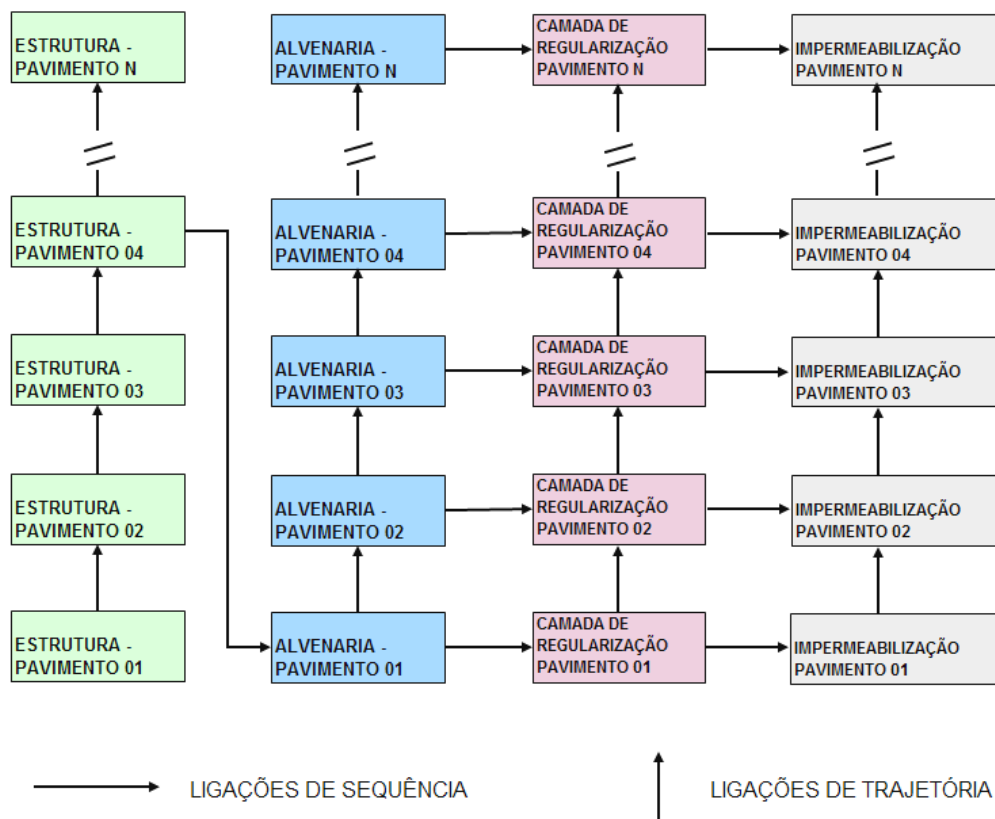


Figura 3 – Fluxograma de serviços com ligações de seqüência e de trajetória em edifício (adaptado de ASSUMPÇÃO, 1996).

É válido ressaltar que o modelo formulado por Bernardes (2001) considera a definição da estratégia de ataque na etapa de preparação do processo de planejamento, ou seja, anterior ao PCP propriamente dito. Entretanto, informa-se que para os estudos de caso desenvolvidos nesta pesquisa tal decisão foi tomada ao longo do desenvolvimento do plano de longo prazo, pois se acredita que as informações requeridas por esta e aquela etapa se complementam.

Costa et al. (2004) buscam realizar o plano de ataque de empreendimentos habitacionais de interesse social ainda na fase do Projeto do Sistema da Produção (PSP), isto é, antes do planejamento de longo prazo. Entretanto, em função das incertezas e variabilidades presentes nessa etapa, aqueles autores afirmam que tal medida pode gerar planos inconsistentes e passíveis de freqüentes atualizações.

Desta forma, Costa et al. (2004) concluem que o PSP tem forte interface com o planejamento de longo prazo da produção. Isto significa que determinadas decisões, como o plano de ataque, por exemplo, podem ser consolidadas no horizonte de longo prazo do PCP.

Saffaro e Paula (2002) também consideram que não há uma clara demarcação entre a elaboração da estratégia de ataque e a formulação do plano de longo prazo. Esses autores consideram que pode ocorrer sobreposição das atividades pertencentes ao escopo destas duas etapas e complementam afirmando que certas decisões são aprimoradas somente durante a concepção de plano de longo prazo.

De qualquer maneira conclui-se que independentemente da etapa específica onde o plano de ataque deva ser desenvolvido, seja na preparação do processo de planejamento ou no decorrer da elaboração do plano de longo prazo, o que deve ser ressaltado é a necessidade de pesquisas que intensifiquem suas análises nesta fase do processo de planejamento.

Justifica-se a afirmação feita no parágrafo anterior baseado na relevância das decisões associadas a esta etapa do planejamento (ritmos, trajetórias, seqüências, fluxo de caixa e

programação dos recursos classe 1, por exemplo) como também na escassez de estudos específicos sobre este assunto (plano de ataque). Coelho e Formoso (2003) salientam que o plano de longo prazo não tem sido foco de análises detalhadas.

Costa et al. (2004) observam que o desenvolvimento de trabalhos enfocando o planejamento nos níveis de médio e curto prazo é insuficiente para a melhoria do desempenho do sistema de produção. Desta forma, sem a pretensão de contestar a relevância desses dois níveis de planejamento, entende-se que é fundamental explorar a maneira pela qual o plano de longo prazo possa ser desenvolvido.

Segundo Laufer & Tucker (1987) o grau de detalhamento nesta fase é variável pelo fato de depender da incerteza envolvida no processo de produção. Nesse sentido, estudos (FORMOSO et al., 1999; BULHÕES et al., 2003b) demonstram problemas quanto à forma como o plano de longo prazo é elaborado, isto é, de modo excessivamente detalhado.

De acordo com Bernardes (2001), dentre as técnicas existentes para representar este plano, as mais conhecidas são o diagrama de Gantt, de setas, de precedência e o gráfico de linha de balanço. Na presente pesquisa, utilizou-se a técnica de linha de balanço.

2.2.2.2 PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

Este nível de planejamento é responsável pela vinculação entre o plano mestre e os planos operacionais (FORMOSO et al., 1999). Hopp e Spearman (1996) afirmam que é nesta fase que são gerados os planos de ação que ajudarão a preparar o ambiente de trabalho para a produção que está por vir.

Choo et al. (1998) afirmam ser realizada neste nível de planejamento a preparação dos pacotes de trabalho* que definirão as quantidades de trabalho a serem desempenhadas, baseadas em informações de projeto e recursos.

Ballard (1997) denomina este plano de *Lookahead Planning* e afirma que o mesmo é elaborado para permitir que o gerente identifique os trabalhos a serem realizados nas semanas seguintes e providencie os recursos necessários para que os mesmos possam ser executados.

Caso haja a situação onde não foi possível fornecer as condições necessárias para início de um serviço, o mesmo é reprogramado para as semanas seguintes. Essa sistemática utilizada para proteger a produção é denominada de produção protegida (*shielded production approach*) (BALLARD e HOWELL, 1997).

De acordo com Ballard (1997), o plano de médio prazo serve também para outros propósitos:

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

* Choo et al. (1998) conceituam pacote de trabalho como sendo uma quantidade definida de trabalho a ser realizada usando informações específicas de projeto, material, mão-de-obra e equipamentos e com a condição de que os pré-requisitos para execução deste trabalho estejam atendidos.

Coelho e Formoso (2003) também buscam identificar as funções básicas deste nível de planejamento. Destaca-se no trabalho realizado por estes autores a oportunidade dada aos gerentes de produção para repensar fatores estratégicos do empreendimento como definições de orçamento, negociação com fornecedores, planejamento de compras e apreciação do fluxo de caixa, além de análises para consolidação ou alteração do planejamento de longo prazo.

2.2.2.3 PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

Este plano é orientado diretamente para a execução da obra (FORMOSO et al., 1999). Envolve a definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e momentos de execução (ISATTO et al., 2000).

Destaca-se nesta etapa a importância do comprometimento dos responsáveis pela elaboração do plano, no sentido de programar somente as atividades que realmente possam ser executadas pelas equipes de produção, ou seja, àquelas tarefas advindas do plano de médio prazo, que tiveram seus recursos totalmente disponibilizados (ALVES, 2000). De maneira semelhante, exige-se o engajamento das equipes de produção nas metas estabelecidas, através de reuniões periódicas (ISATTO et al., 2000).

O emprego do plano de curto prazo aliado à aplicação do *Lookahead Planning* favorece a implementação de um sistema de controle de produção chamado *Last Planner* (BALLARD, 2000). Deve-se ressaltar que esse sistema tem sido praticado em um grande número de canteiros de obra. O trabalho de Bortolazza et al. (2005) apresenta uma análise quantitativa da aplicação do sistema *Last Planner* no Brasil.

2.3 LINHA DE BALANÇO

A técnica da linha de balanço (LB) originou-se na indústria manufatureira. Foi desenvolvida pela Marinha dos Estados Unidos em 1942 para programar e controlar projetos que apresentassem repetições de atividades e posteriormente utilizada pela Agência Nacional de Habitação, no Reino Unido, em projetos habitacionais de caráter repetitivo (SUHAIL e NEALE, 1994).

A técnica de LB consiste basicamente no traçado de linhas, em um plano cartesiano, que representam, cada uma delas, uma atividade e seu respectivo andamento (Figura 4). A inclinação de cada reta indica o ritmo no qual a atividade deverá ser executada (LIMMER, 1997).

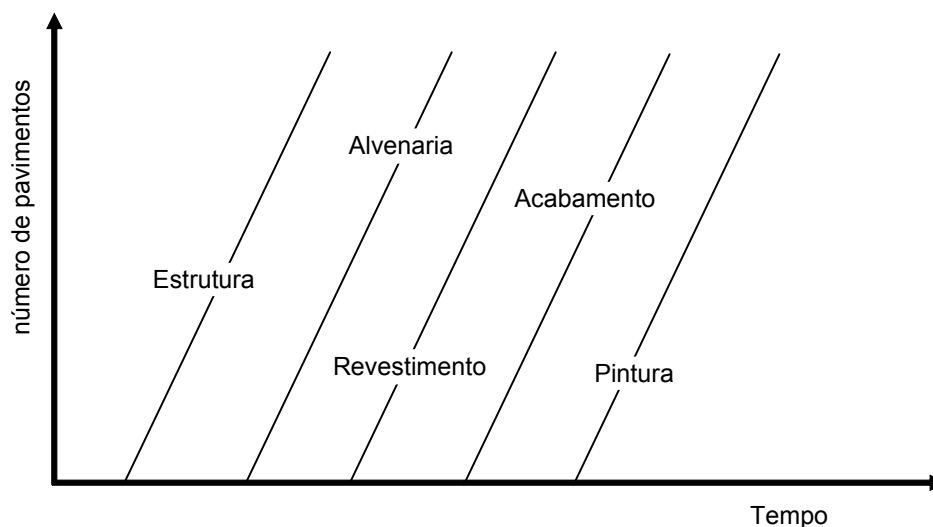


Figura 4: Gráfico da linha de balanço

Segundo Heineck (1996b), a programação de obra para edifícios altos requer a utilização da LB, visto que a mesma é adequada para o planejamento de prédios repetitivos e por levar em consideração variáveis como, por exemplo, lotes de produção e tempo de ciclo.

Losso e Araújo (1995) entendem que a LB simplifica a programação de obras repetitivas, pois nesta define-se uma unidade básica que irá se repetir e impõe-se o ritmo em que as atividades devem ser executadas, elaborando um gráfico de fácil compreensão que determina quem estará fazendo o quê, onde e quando.

Bulhões et al. (2005) concordam que a linha de balanço possibilita fácil análise visual e complementam ressaltando a importância da mesma na definição do ritmo de trabalho de cada processo e na identificação de interferências entre as equipes de produção.

2.3.1 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Maziero (1990), Mendes Jr. (1997), assim como Losso e Araújo (1995) desenvolveram metodologias de como se programar a produção através da LB. Estes roteiros se complementam e seguem em princípio os mesmos passos, os quais são:

- Definição da unidade básica de repetição;
- Determinação das atividades a serem programadas e suas precedências;
- Obtenção das quantidades de serviços a executar;
- Dimensionamento do tamanho das equipes, produtividade esperada e durações das atividades na unidade de repetição considerada;
- Definição do prazo da obra e datas importantes;
- Determinação do plano de ataque à obra;
- Programação das atividades;
- Modificação da programação para atender aos objetivos da empresa, podendo esta etapa ser realizada em conjunto com a anterior;
- Traçado da Linha de Balanço.

2.3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA APLICAÇÃO DA LINHA DE BALANÇO

Analisando alguns estudos que tratam de LB (MADERS, 1987; MAZIERO, 1990; LUTZ e HIJAZI, 1993; LOSSO e ARAÚJO, 1995; ASSUMPÇÃO, 1996; ASSUMPÇÃO e FUGAZZA, 1999), é possível identificar vantagens e desvantagens da utilização da técnica.

Vantagens:

- Fornecimento de índices de produção e informações sobre duração das atividades na forma de um gráfico de fácil entendimento;
- Detecção dos chamados gargalos de produção;
- Possibilidade de elaboração de tabelas de programação contendo informações sobre utilização de mão-de-obra, equipamentos e componentes da construção, que permitam a contratação de pessoal e aquisição e uso de materiais em obra;
- Adequação à elaboração do planejamento inicial, pelo fato de simplificar decisões acerca da direção e velocidade do trabalho, além do número de atividades por ciclo de trabalho;
- Possibilidade do balanceamento nos ritmos ou velocidades de execução, evitando-se conflitos ou espera na execução dos serviços e obtendo situações favoráveis de nivelamento das equipes;
- Aplicação na análise de estratégias e táticas de produção;
- Organização do ataque à obra;
- Representação do intervalo de tempo em que cada atividade deve ser executada em cada seção do projeto e da folga existente entre a execução das atividades;
- Especialização da mão-de-obra;

- Fixação de metas, proporcionando motivação da mão-de-obra;
- Indução do surgimento do efeito aprendizagem;
- Visualização imediata das atividades que se desviaram do programa inicial e suas influências nas demais etapas da obra, quando usada como instrumento de controle;

Desvantagens:

- Assume ritmos constantes para as atividades durante todo o projeto, o que pode ser questionado em função da natureza estocástica dos processos de construção;
- Especialização da mão-de-obra, tornando o operário conhecedor apenas da tarefa que executa;
- Necessidade de um projeto integrado à forma de execução;
- Dificuldade de se considerar o grande número de variáveis influentes no processo construtivo. Como exemplos podem-se citar as atividades relacionadas à execução das fachadas que exigem escalas diferentes para a mesma linha de balanço;
- Necessidade de se elaborar uma programação à parte para serviços não repetitivos;
- Entrega do domínio do processo à gerência e não ao operário;
- Limitação quanto à simulação, pelo fato de não operar com atividades inter-relacionadas;
- Dificuldade de disseminação e operacionalização em função da inexistência de aplicativos comerciais desenvolvidos especificamente para operar com a técnica;

Diversos estudos foram realizados para demonstrar a aplicação da LB na construção civil. No intuito de apresentar um método para suprir a carência da organização e gerência dos trabalhos de construção em obras repetitivas de caráter social, Maders (1987) utiliza a LB em um estudo de caso envolvendo a construção de um conjunto habitacional de casas. No entanto, a obra analisada pela autora apresenta-se concluída, impossibilitando a análise real das dificuldades encontradas na aplicação do método proposto.

Maziero (1990) propõe uma metodologia de aplicação da LB em que se procura determinar o caminho pelo qual o emprego do método fornece melhorias estratégicas e táticas na obra. Esta autora analisa, via simulações, a influência da forma da rede lógica de serviços e tamanho das equipes, observando a variação dos recursos necessários à execução da obra e o tempo de conclusão da mesma como parâmetros de análise.

O trabalho realizado por Maziero (1990) apresenta como aspecto positivo à organização das etapas para aplicação do método da LB através de um fluxograma (Figura 5). Acredita-se que este modo de apresentação facilite o entendimento e implementação da técnica.

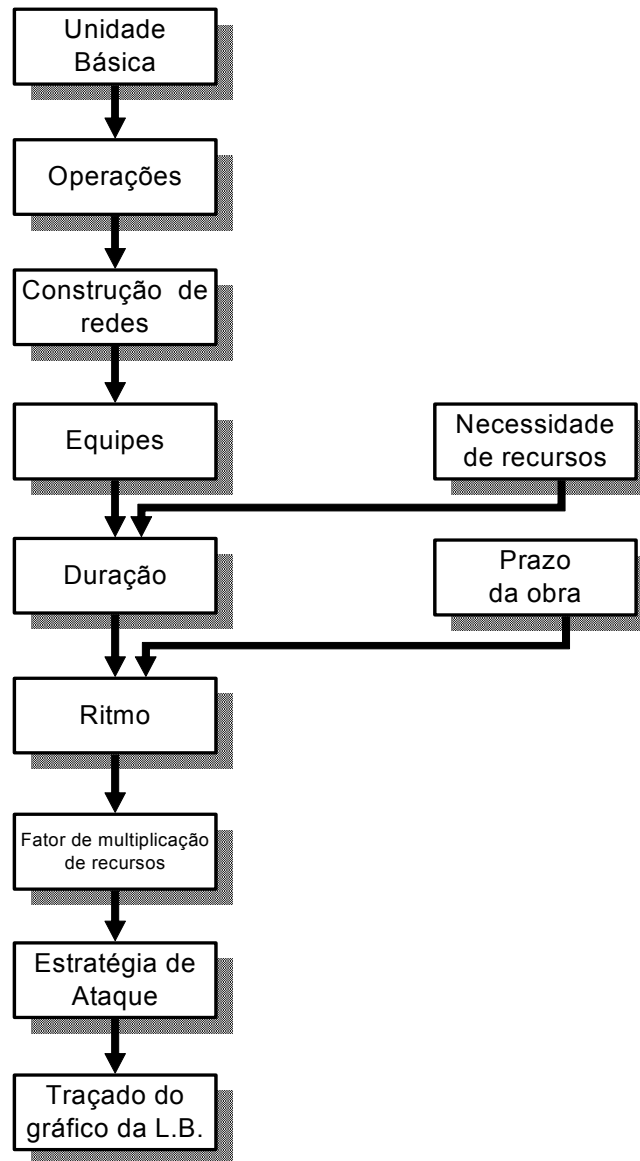


Figura 5: Fluxograma de aplicação do método da linha de balanço (MAZIERO, 1990).

Porém, deve-se ressaltar que a consideração feita por Maziero (1990) como parâmetro de análise, focada na LB que apresentasse a menor quantidade de recursos improdutivos, pode levar – como ocorre em dois estudos de caso apresentados – a situações não desejadas na obra como o espalhamento da mesma em função do ataque de todos os blocos inicialmente.

Outro aspecto relevante no estudo de Maziero (1990) é o fato da análise da aplicação prática da metodologia não ser realizada, visto que não são percebidas dificuldades quanto à obtenção dos dados de projetos, orçamentos, índices de produtividade, rede lógica e quantitativos de serviços. Este fato induz acreditar que as construtoras possuem todos os dados de maneira organizada e que o processo flui tranqüilamente, o que nem sempre é verdadeiro.

Losso e Araújo (1995) apresentam de maneira simplificada a montagem da LB, através de um roteiro contendo passos para aplicação. Contudo, como o trabalho não foi realizado na prática, não se chega às reais barreiras para sua implementação.

Com o objetivo de esclarecer a aplicação da LB e demonstrar sua facilidade de elaboração e gerações de informações, Prado (2002) realiza um estudo em edifícios de múltiplos pavimentos. Destaca-se nesse estudo o apontamento de fatores, como por exemplo a falta de continuidade na realização das tarefas, que ocasionam desvios na execução e/ou conclusão das atividades programadas.

Gonzalez (2002) busca analisar, segundo os princípios da construção enxuta, os efeitos na execução dos processos de trabalho, em uma obra planejada por LB e executada com auxílio de 5S. Este trabalho aplica praticamente a LB e conclui que sua vantagem não está na redução de custos no orçamento, mas em um maior controle e estabilidade dos processos. O estudo revela também implicações do mau andamento do cronograma financeiro em relação ao programa de qualidade (5S) e cronograma físico da obra.

Destaca-se no trabalho realizado por Gonzalez (2002) as observações feitas em canteiro sobre as várias etapas da obra que foram monitoradas e suas interferências com outras atividades controladas ou não. Tais notações servem como subsídios ao processo de tomada de decisão no planejamento e programação de obras.

Bulhões e Formoso (2004) também aplicam a técnica de linha de balanço em um estudo de caso e concluem que a explicitação dos planos por meio deste gráfico aumenta a

transparência do processo de PCP, além de reduzir a ocorrência de alterações no plano de ataque do empreendimento.

2.3.3 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO LIGADAS À LINHA DE BALANÇO

Heineck (1996b) assegura que a técnica de linha de balanço é adequada para a simulação de alternativas na condução dos trabalhos em canteiro. Assumpção e Fugazza (1999) recomendam a utilização da LB nos estudos de estratégias de produção, onde os serviços são tratados em um nível macro, sem levar em conta um detalhamento maior da produção.

Como já dito anteriormente, busca-se neste estudo analisar a repercussão da redução do tempo de ciclo dos processos de produção em planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos. Neste trabalho, pretende-se selecionar planos de ataque de produção com auxílio da LB a partir da criação de cenários produtivos.

Acredita-se que esta técnica favoreça a explicitação de variáveis de produção advindos da associação com os princípios da teoria TFV, como tempo de ciclo e de atravessamento, por exemplo (Figura 6).

- Identificação de seqüências no espaço;
- Visualização dos locais da obra e conteúdo dos serviços;
- Identificação do ritmo das atividades;
- Adequação e balanceamento das equipes de trabalho;
- Conceito de capacidade do sistema produtivo;
- Estabilização do consumo de recursos;
- Controle focado no processo, ou seja, durante a execução e não no produto final.

De forma complementar, apresenta-se a seguir exemplos de parâmetros que também podem ser considerados na elaboração do planejamento de longo prazo e traçado da linha de balanço (HEINECK, 2004).

- Continuidade das operações;
- Repetição dos ciclos;
- Senso de urgência e aproximação do cliente externo e interno;
- Produção puxada (*just in time*), ou seja, fazer tudo o mais tarde possível;
- Aumento da velocidade do trabalho e seu conseqüente ritmo;
- Identificação da seqüência crítica e do caminho crítico;
- Seqüência flexível de montagem;
- Paralelismo das operações;
- Redução do tempo de atravessamento (*lead time*);
- Polivalência das equipes de produção;
- Identificação e redução do tempo de preparação (*setup*);
- Programação e uso judicioso dos tempos de folga entre atividades, considerando a representatividade das mesmas em relação à duração.

Mello et al. (1996) apresenta algumas implicações que os princípios de construção enxuta, como redução do tempo de ciclo, por exemplo, trazem quando aplicadas em conjunto com a LB.

- Melhor controle do processo e foco do fluxo de atividades;
- Trabalho em grupo;
- Redução dos tempos de movimentação no canteiro, devido ao não espalhamento na obra;
- Possibilidades de entregas programadas, reduzindo o estoque;
- Terminalidade.

Ressalta-se novamente que a utilização do conceito de célula de produção, próximo tema a ser abordado nesta pesquisa, é possível de ser representado por meio do uso da técnica da linha de balanço (HEINECK, 1996a). Acredita-se que tal arquitetura do sistema de produção favoreça tanto a implementação de determinadas abordagens que visam a redução do tempo de ciclo, como por exemplo, minimização de distâncias, possibilidade de alteração da ordem de execução do processo e redução do tamanho do lote, como também a facilite a representação gráfica do plano de ataque do empreendimento.

2.4 CÉLULA DE MANUFATURA

Segundo Hyer e Brown (1999), o estudo das células de manufatura originou-se na década de 30 por meio de uma pesquisa conduzida por um professor russo chamado Sokolovsky. Esse autor afirmava que componentes ou produtos com características similares de processamento deveriam ser produzidos por um mesmo procedimento tecnológico padrão.

Autores como Burbidge (1991) e Shafer e Rogers (1991) tratam do tema células de manufatura como tecnologia de grupo. Segundo Burbidge (1991) o termo tecnologia de grupo foi utilizado inicialmente por Mitrofanov no título de sua pesquisa que tratava da relação entre os modelos de componentes produzidos e os respectivos métodos de processamento.

Burbidge (1991) admite a similaridade entre os termos célula de manufatura e tecnologia de grupo e define esta como sendo um método de organização de fábricas onde as unidades organizacionais como máquinas e pessoas estão divididas em grupos, de modo que cada um deles possa executar completamente todas as partes produzidas no estágio do processo em que as mesmas operam.

Shafer e Rogers (1991) entendem que a célula de manufatura é a aplicação da tecnologia de grupo na produção. Segundo esses autores, as células de manufatura são empregadas para obter eficiência produtiva através da exploração das similaridades inerentes à fabricação de partes, especialmente aquelas que possuem requisitos similares de processamento.

Para Shafer e Rogers (1991) os objetivos do arranjo produtivo em forma de célula são reduções dos tempos de setup, minimização dos movimentos de partes do processo entre células, diminuição de investimentos em novos equipamentos e manutenção da utilização das máquinas em níveis aceitáveis.

Garza e Smunt (1991) também definem a célula de manufatura como o emprego da tecnologia de grupo. Para esses autores, as partes similares de um processo são agrupadas em famílias e então processadas separadamente em subsistemas chamados células.

Rother e Harris (2002) conceituam célula de produção como um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos onde existem proximidade e seqüência definida entre as etapas do processo, por meio do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo.

Para Hyer e Brown (1999) o conceito de célula de produção vai além de um simples arranjo de layout. Essas autoras entendem que uma verdadeira célula é formada quando se tem equipamentos e materiais dedicados para a produção de famílias de produtos com requisitos similares de processamento, onde há a criação de um fluxo de trabalho em que as tarefas e os responsáveis pelo seu desempenho estão fortemente conectados em termos de três elos básicos: tempo, espaço e informação.

Estas ligações propostas por Hyer e Brown (1999) são consideradas fundamentais para o funcionamento de uma verdadeira célula de produção. O parâmetro *tempo* está relacionado à necessidade de constituir arranjos produtivos onde haja minimização dos períodos de transferência e espera entre tarefas seqüenciais; já o aspecto *espaço* refere-se à necessidade de se executar as tarefas da célula em proximidade física uma das outras, isto é, aproximar os operários e equipamentos no intuito de promover a comunicação entre os membros da equipe em busca da melhoria contínua, além de agilizar ações frente aos problemas de produção; por fim, ressalta-se a importância da *informação* no sentido de possibilitar aos operários da célula o conhecimento de seus objetivos, especificações e procedimentos, ou seja, tudo o que for relevante para a operação da célula.

Acredita-se que a teoria desenvolvida por Hyer e Brown (1999) sobre este modo de arquitetar um sistema de produção possua estreita relação com os conceitos ligados à Nova Filosofia de Produção, pois a mesma busca, através da constituição do ambiente de célula de

produção, o alcance de benefícios similares aos pretendidos pela construção enxuta como a redução do tempo de ciclo e de atravessamento, do tempo de set-up, do desperdício por meio da minimização das atividades que não agregam valor e aumento de qualidade do produto.

Dar autonomia aos operários por meio de arranjos produtivos baseados em células estimula a participação dos mesmos de modo a comprometê-los com as metas da gerência. Segundo Ferrari Filho et al. (2004), essa contribuição sinérgica entre gerentes e operários pode tornar eficiente um dos elementos centrais da lógica do Sistema Toyota de Produção: a melhoria contínua (kaizen).

Amplamente disseminado na indústria de manufatura, este modo de arquitetar um sistema de produção passou também a ser estudado e aplicado no ambiente da construção civil (MOSER, 2003; TAVARES et al., 2004).

Moser (2003) sintetizou os fatores considerados críticos por Hyer e Brown (1999) para a implementação das células de manufatura (Quadro 4) e os analisou no intuito de obter diretrizes que viabilizassem a execução deste sistema de produção no ambiente da construção civil.

Quadro 4: Fatores críticos na implementação da célula de produção e sua influência nos elos principais da célula segundo Hyer e Brown (MOSER, 2004).

FATORES CRÍTICOS DE IMPLEMENTAÇÃO	TEMPO	ESPAÇO	INFORMAÇÃO
Produção de acordo com a demanda	X		
Fluxo balanceado entre estações de trabalho	X		
Adoção de pequenos lotes de produção e transferência	X		
Tempo despendido na preparação dos postos de trabalho é mínimo	X		
Existência de feedback entre células / fornecedores / clientes			X
Envolvimento e responsabilidade de todos no controle e melhoria dos resultados			X
Operadores capacitados de forma polivalente e com experiência no trabalho em equipe			X
Miniaturização e proximidade dos recursos		X	
Gerenciamento visual			X
Manuseio de materiais de forma eficiente e segura	X		
Manutenção produtiva total	X		

Embora Moser (2003) não tenha tido sucesso na implementação de todos os fatores considerados críticos para o funcionamento da célula, observou-se no trabalho do referido autor um aumento na eficiência do processo de execução de drywall, denotado principalmente pela facilidade de controle do processo, fruto da característica de terminalidade proporcionada pela entrega de produtos totalmente acabados e em pequenos lotes.

Tavares et al. (2004) realizaram a implantação de células de produção em edifícios de múltiplos pavimentos e citam benefícios da aplicação desse sistema como a finalização completa dos pacotes de trabalho (terminalidade) com redução de retrabalhos, progressos em relação à

programação e controle da produção, além de melhorias relacionadas ao pagamento da mão-de-obra.

A escassa aplicação de células de produção no ambiente da construção civil e sua possível relação com os conceitos de construção enxuta aliados aos benefícios que as mesmas podem trazer a este setor produtivo induzem à necessidade de se criar condições para que se trabalhe com este sistema de produção.

Neste sentido torna-se importante explorar a formatação e implicações que as células de produção podem ter no planejamento de longo prazo de um empreendimento e quais as repercussões que as mesmas podem provocar no plano operacional.

3 METODOLOGIA

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Segundo Yin (2001), a estratégia de pesquisa pode ser escolhida, basicamente de acordo com três condições:

- O tipo de questão da pesquisa;
- O controle que o pesquisador possui sobre os eventos;
- O foco em fenômenos históricos em oposição a fenômenos contemporâneos.

O Quadro 5 apresenta essas três condições e mostra como cada uma se relaciona às cinco estratégias de pesquisa principais: experimentos, levantamentos, análise de arquivos, pesquisas históricas e estudos de casos (YIN, 2001).

Quadro 5: Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa (YIN, 2001).

Estratégia	Forma da questão de pesquisa	Exige controle sobre eventos comportamentais?	Focaliza acontecimentos contemporâneos?
Experimento	Como, por que	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim / não
Pesquisa histórica	Como, por que	Não	Não
Estudo de caso	Como, por que	Não	Sim

A adoção do estudo de caso é favorecida neste trabalho, de acordo com Yin (2001), por apresentar questão de pesquisa indagando como, além de lidar com fatos contemporâneos inseridos em seu próprio contexto, apesar do pouco controle sobre o objeto pesquisado.

Yin (2001) acrescenta que o estudo de caso permite uma investigação que preserve as características holísticas e significativas dos eventos da vida real como processos organizacionais e administrativos, por exemplo. Para o mesmo autor, essa estratégia de pesquisa se diferencia pela capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências como documentos, entrevistas e observações.

Em função disso, realizou-se nesse trabalho um estudo de caso em uma empresa de construção civil, tomando-a como objeto de análise durante a fase de realização do planejamento tático de longo prazo.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O método de pesquisa se dividiu em três etapas distintas: revisão bibliográfica, estudo de caso e conclusões. A Figura 7 ilustra o delineamento da pesquisa.

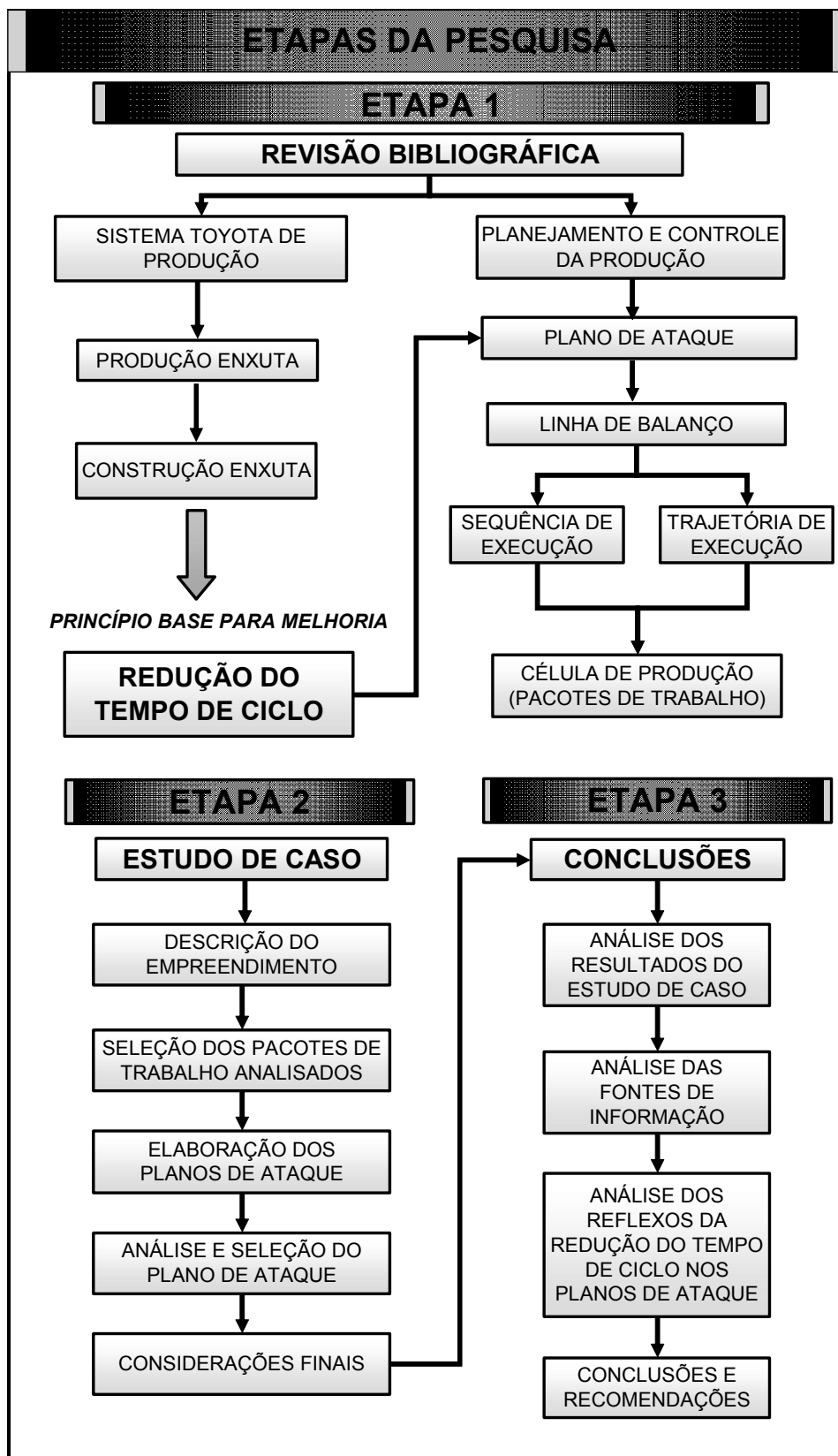


Figura 7: Delineamento da pesquisa.

Embora a revisão bibliográfica esteja situada na primeira etapa da pesquisa, dada sua importância para o início do estudo, foi preciso atualizá-la e considerá-la nas etapas subsequentes da dissertação em função da necessidade notada pelo pesquisador ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Através da revisão bibliográfica identificou-se a alteração do tempo de ciclo como um meio de se criar diferentes planos de ataque do empreendimento pesquisado. Koskela (1992) afirma que compressão do tempo de ciclo é a base para melhoria na Nova Filosofia de Produção, já que tal medida induz a minimização das atividades que não agregam valor.

O estudo de caso foi realizado seguindo roteiro específico, detalhado logo a seguir, com o propósito de alcançar os objetivos indicados na presente dissertação. Além disso, procurou-se identificar e sistematizar as informações que serviram de base para o emprego da técnica de planejamento proposta neste estudo, bem como avaliar a necessidade da criação de ferramentas que pudessem agregar valor à análise dos resultados e garantir a replicabilidade da pesquisa em outras situações.

Como forma de identificação e sistematização das informações necessárias à aplicação da linha de balanço elaborou-se um fluxograma contendo os elementos indispensáveis ao seu desenvolvimento, bem como sua respectiva seqüência de obtenção (Figura 8).

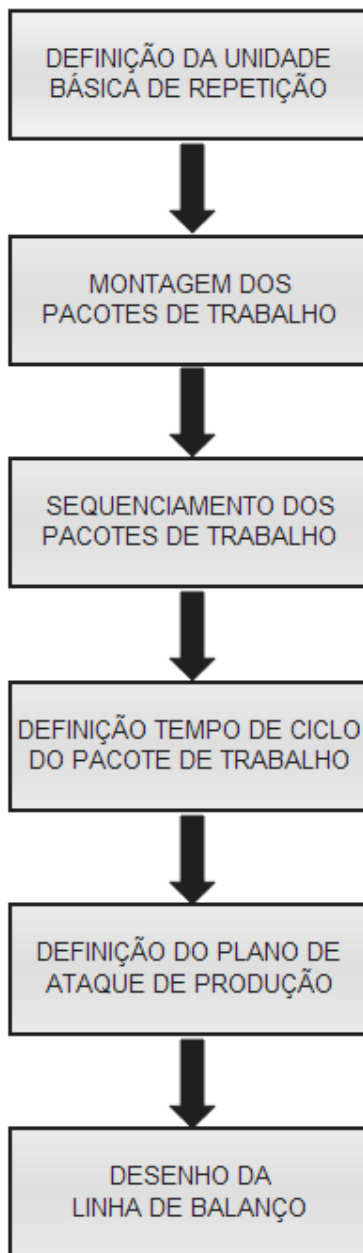


Figura 8: Passos para aplicação da linha de balanço.

Quanto à criação de ferramentas para auxiliar a análise dos resultados, concebeu-se um diagnóstico avaliando a situação em que se encontrava o processo de planejamento da

empresa que serviu como estudo de caso, especificamente em relação ao plano de longo prazo. Buscou-se com essa avaliação verificar de que forma ou através de quais procedimentos a empresa desempenhava àquele processo.

Ressalta-se também a importância da observação e percepção desempenhada pelo pesquisador quanto à prática da gestão de planejamento desenvolvida pela empresa.

Por fim, procurou-se a partir das análises dos resultados apresentados no estudo de caso desenvolvido, concluir a respeito dos reflexos que a alteração do tempo de ciclo dos processos de produção podem causar em planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos e as possíveis repercussões ocasionadas em termos operacionais.

3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA PESQUISADA

O presente estudo foi realizado em uma construtora de médio porte da cidade de Fortaleza. A construtora atua há 30 anos no estado do Ceará e tem em seu quadro técnico gerencial cinco engenheiros civis – diretor técnico, gerente de suprimentos e logística, gerente de tecnologia e qualidade e dois gerentes de produção – e sete técnicos em edificações – dois orçamentistas e cinco supervisores de produção. A empresa possui também setores administrativos responsáveis pelas áreas de recursos humanos, contabilidade e marketing. A Figura 9 apresenta sua estrutura organizacional.

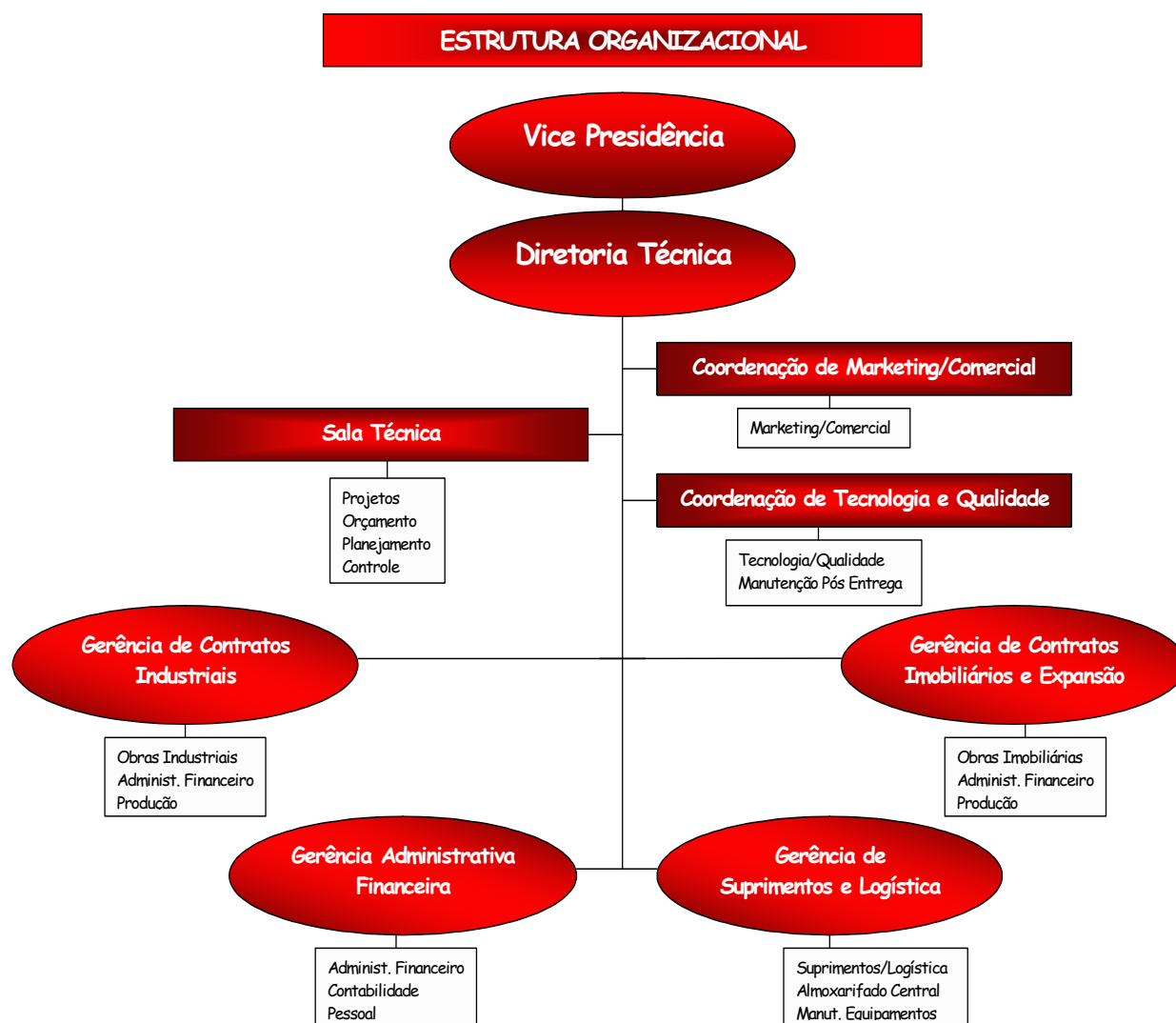


Figura 9: Estrutura organizacional da empresa pesquisada.

O empreendimento imobiliário abordado no estudo de caso realizado é gerenciado por um engenheiro civil, um técnico em edificações, um encarregado administrativo e suprimentos, um almoxarife, uma supervisora de fluxos físicos* e um estagiário de engenharia.

Ressalta-se o envolvimento da empresa em programas de qualidade e inovação, sendo a mesma certificada pela ISO 9001 e participante do Programa Inovacon (Programa de Inovação

* A supervisora de fluxos físicos é responsável pelo gerenciamento da movimentação de materiais e mão-de-obra no canteiro. Esta função é exercida por uma estagiária do curso técnico em edificações e foi criada pela empresa para que se pudesse obter melhores desempenhos nas etapas de suporte a produção propriamente dita.

da Indústria da Construção Civil no Estado do Ceará). Diversos estudos (MAIA, 2000; BRASILEIRO NETTO et al., 2003; BARROS NETO et al. 2005, SOUZA et al, 2005) apresentam os trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projeto de pesquisa conjunta entre empresas cearenses, conhecido como Inovacon.

O fato de a empresa participar destes projetos favoreceu o desenvolvimento da pesquisa em função do conhecimento prévio da mesma em relação aos tópicos abordados durante o estudo, principalmente no que se refere à introdução de princípios de construção enxuta, como a redução do tempo de ciclo, por exemplo, visto que os mesmos já haviam sido tratados em um módulo específico sobre este assunto no Programa Inovacon (INOVACON, 2006).

3.3.2 NÍVEL DE PLANEJAMENTO ABORDADO NA PESQUISA

O planejamento de longo prazo é abordado neste estudo como o plano apropriado para o alcance dos objetivos indicados, visto que é nessa etapa que as análises propostas se encaixam.

Como já descrito na revisão bibliográfica sobre planejamento e controle de produção, é nesta fase que são determinadas as táticas de produção por meio da consideração de aspectos como ritmos de trabalho para as equipes de produção, além das seqüências e trajetórias de execução (BERNARDES, 2001).

Apesar de Bernardes (2001) propor a decisão do plano de ataque da obra na etapa de preparação do processo de planejamento, ou seja, anterior à elaboração do plano de longo prazo, optou-se por determiná-lo juntamente a este último dado a interdependência observada entre a definição dos fluxos de trabalho e os ritmos de produção.

3.3.3 SELEÇÃO DAS FONTES DE INFORMAÇÃO UTILIZADAS NO TRABALHO

No intuito de embasar as considerações advindas do estudo de caso realizado ao longo do trabalho, foram selecionadas ferramentas que possibilitaram sistematizar a coleta de dados e funcionar como fonte de evidências para as conclusões deste estudo.

3.3.3.1 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

A observação participante consiste na participação real do pesquisador com um determinado grupo, de forma que o mesmo aproxima-se como se fosse membro da equipe e participa das atividades normais desenvolvidas pela mesma (MARCONI E LAKATOS, 1996).

De acordo com Yin (2001), a visita ao local selecionado para o estudo de caso oferece a oportunidade de realizar observações em busca da detecção de comportamentos ou condições ambientais relevantes.

Segundo Flick (2004), certos processos somente podem ser acessados por meio da observação, sendo que as entrevistas e narrativas evidenciam apenas os relatos das práticas e não o que é praticado efetivamente.

No presente estudo foi adotado a observação participante, em função de essa ferramenta possibilitar ao pesquisador a participação e interação com os eventos que estão sendo estudados (YIN, 2001). De acordo com o referido autor, para determinados tópicos de pesquisa, pode não existir outra maneira de obter as informações pretendidas.

De modo complementar, Flick (2004) aponta que um aspecto importante é a escolha do momento ou do início efetivo de uma seqüência observacional, pois isto determina fundamentalmente o que pode ser observado e, sobretudo, a maneira de fazê-lo, de modo a

minimizar o risco do pesquisador ser influenciado, ou até mesmo prejudicado, pelo excesso de informações que podem aparecer caso tal medida não seja considerada.

Deve ser ressaltado também que neste trabalho o pesquisador teve a oportunidade de conviver diariamente e em período integral, com o ambiente da empresa estudada por mais de sete meses. Este fato reforça a aplicabilidade e importância desse instrumento de coleta de dados, bem como ratifica sua validade na agregação de valor aos resultados obtidos nesta pesquisa.

3.3.3.2 DIAGNÓSTICO DO PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO

Nesta etapa foram analisados os dados coletados junto ao diretor técnico, gerente de produção, supervisores de planejamento e técnicos em edificações, provenientes da consulta de documentos administrativos, observações e registros feitos em campo.

O diagnóstico serviu para avaliar a situação em que se encontrava o processo de planejamento de longo prazo, constatando de que forma este plano era realizado e conferir quais eram os critérios considerados nesta fase gerencial.

3.3.4 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Esta etapa procurou delinear as características da obra analisada no estudo de caso desenvolvido, com o objetivo de fornecer informações que auxiliassem a compreensão das intervenções realizadas no decorrer do trabalho.

A descrição do empreendimento que serviu como estudo de caso envolveu aspectos construtivos e mercadológicos, pois ambos influenciaram as decisões tomadas pelos gerentes ao longo do planejamento de longo prazo.

3.3.5 SELEÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO ANALISADOS

Para a obra estudada foram selecionados processos construtivos para formar os cenários de longo prazo a serem analisados. Os serviços foram agrupados na forma de pacotes de trabalho, pois esta formatação representava o modo como as atividades eram desenvolvidas pela construtora.

Por intermédio de um documento desenvolvido pela construtora intitulado Planejamento Geral da Obra (PGO), criado para cada um dos empreendimentos executados pela empresa, foram obtidos os serviços que formaram os pacotes de trabalho. Todos os dados, planos e especificações que fazem parte deste caderno têm como objetivo assessorar e orientar o gerente da obra para a melhor condução possível da construção.

O PGO consiste em um caderno de informações que engloba documentos como planilha de custos do empreendimento, curvas ABC de insumos e serviços, memória de cálculo de BDI, estrutura analítica de projeto (EAP), tabela de traços usados em obra, definições de orçamento e dados considerados para elaboração deste. Com base neste documento, buscou-se considerar nos planos de ataque elaborados àqueles serviços que representassem o processo construtivo desempenhado pela construtora.

3.3.6 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE ATAQUE DE PRODUÇÃO

Baseados na descrição prévia da obra e nos processos produtivos selecionados para comporem as análises, criaram-se os planos de ataque. Para isso, foram montados e sequenciados os pacotes de trabalho a serem desenvolvidos na obra e em seguida desenharam-se as linhas de balanço.

Na ocasião foram ressaltadas as vantagens da adoção dos pacotes de trabalho, como a concentração da produção com conseqüente redução dos fluxos físicos, o incentivo a polivalência dos operários, as melhorias em relação à administração da obra pelos supervisores, além da introdução do conceito de terminalidade dos serviços de modo a reduzir e facilitar o gerenciamento da entrega dos pacotes de trabalho entre as equipes em canteiro.

De acordo com a construtora, tais benefícios se confirmaram na prática, tendo em vista a experiência realizada em uma de suas obras. Desta forma, buscou-se inicialmente registrar os pacotes de trabalho que já eram desenvolvidos pela empresa. Para estes e aqueles que foram criados sugeriu-se uma forma de documentá-los. Gerou-se então uma planilha (Quadro 6) que representasse tais agrupamentos de serviços.

Quadro 6: Pacote de trabalho.

PCT - 02	PACOTE DE TRABALHO - 02
	ALVENARIA
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS
2.1	Marcação
2.2	1ª fiada com a locação de todas as aberturas de portas e cantos de parede previamente definidas.
2.3	Chapisco de encontro em pilares e vigas
2.4	Chapisco das alvenaria situadas em banheiros e cozinhas
2.5	Elevação com tijolos cerâmico emestradados (paredes externas)
2.6	Elevação com blocos de concreto emestradados (escada)
2.7	Vergas / contra-vergas nas aberturas de portas e janelas
2.8	Pilar para amarração da platibanda
2.9	Cinta aérea das sacadas

Além de informar as atividades constituintes de cada pacote de trabalho, a planilha apresenta também, com base nas estimativas fornecidas pelos gerentes de produção – tempos de ciclo e equipes – e na área de piso do local considerado, as produtividades globais de cada grupo de serviços (Quadro 7). Isso visou à criação de um banco de dados próprio da empresa para que a mesma pudesse, no decorrer da obra, aferir os índices previstos e com isso utilizá-los em outros empreendimentos.

Quadro 7: Produtividade global prevista para o pacote de trabalho de alvenaria.

PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
PEDREIRO	3	6
SERVENTE	2	6
DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	6	DIAS
PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,44	Hh / M2 DE PISO
PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,29	Hh / M2 DE PISO
PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,73	Hh / M2 DE PISO

A montagem dos pacotes levou em consideração os serviços desenvolvidos nos pavimentos repetitivos do edifício, pois se entende que são nestes locais que as alterações propostas – modificação do tempo de ciclo e trajetória de execução - podem satisfazer os objetivos da pesquisa.

O dimensionamento de equipes para a realização dos pacotes de trabalho baseou-se na experiência dos engenheiros e supervisores de produção. Justifica-se a opção por esse meio de obtenção de dados de produtividade por duas razões. Primeiramente em função do conhecimento das significativas diferenças entre os índices apresentados na literatura e manuais orçamentários. O Quadro 8 apresenta um levantamento de âmbito nacional que demonstra a magnitude de tais desvios.

Quadro 8: Comparação entre índices de produtividades de serviços (AMBROZEWICZ, 2003).

Serviço	Unidade	Índices de produtividade		
		Valores mínimos	Valores médios	Valores máximos
Armação	Hh / kg	0,12	0,15	0,18
Concretagem	Hh / m3	1,10	2,20	3,30
Formas	Hh / m2	1,60	2,20	2,70
Contrapiso	Hh / m2	0,30	0,50	0,80
Alvenaria	Hh / m2	1,00	1,40	1,70
Instalação elétrica	Hh / pto	3,00	4,50	6,00
Reboco	Hh / m2	0,50	1,00	1,80
Revestimento Cerâmico (parede)	Hh / m2	0,60	1,00	1,80
Revestimento Cerâmico (piso)	Hh / m2	0,70	1,10	2,00
Pintura acrílica	Hh / m2	0,15	0,30	0,50

Outra maneira de dimensionar as equipes seria através dos índices de produtividades coletados pela própria empresa. Porém, ao analisar tais informações observou-se que a empresa possuía poucos dados apropriados, os quais foram coletados quando a mesma ainda não adotava o sistema de produção por pacotes de trabalho.

Confia-se que o caminho ideal para as estimativas em horizonte de longo prazo deva se basear em indicadores globais do tipo homem-hora por metro quadrado de piso dos pavimentos repetitivos – em caso de se considerar as unidades de repetição da torre – de modo a proporcionar agilidade na criação dos cenários. Neste sentido a pacotização dos serviços também auxiliou, haja vista que foram fixados índices para grupos e não para atividades isoladas.

Entende-se que preciosismos na obtenção das produtividades ao nível de longo prazo não são adequados e nem influenciam, de maneira determinante, os tipos de análises realizadas nesta etapa do processo de planejamento.

Acredita-se que melhores desempenhos em termos de produtividade serão realmente conseguidos por meio do gerenciamento apropriado da seqüência das atividades constituintes de um pacote de trabalho ou mesmo entre grupos de serviços, como também através da eliminação das restrições que garantam o fluxo contínuo da produção. Destaca-se que ambos os aspectos citados, à exceção do sequenciamento entre pacotes, são tratados nos níveis de médio e curto prazo.

Apesar disso, é válido ressaltar que em virtude das reconhecidas imperfeições inerentes aos prognósticos realizados, foram alocados nos panoramas idealizados os chamados buffers* ou pulmões, justamente para absorver as deficiências presentes nas estimativas, além de auxiliar no amortecimento das incertezas e variabilidades características da indústria da construção civil, já comentada na revisão bibliográfica desta dissertação.

O encadeamento dos grupos de serviços foi realizado a partir da identificação da seqüência tecnológica a ser escolhida pela construtora em função dos sistemas adotados. Para os casos em que a técnica construtiva não atuasse como fator limitante no sequenciamento dos pacotes de trabalho, decidiu-se a seqüência em função da experiência dos gerentes de produção.

Para representar as seqüências elaboradas para os diversos pacotes de trabalho criados utilizaram-se os diagramas de precedência. Estes formalizavam as decisões tomadas durante o processo e auxiliavam dando transparência às análises.

O estudo de seqüência entre os agrupamentos de serviços enfocou as áreas privativas nos pisos repetitivos da edificação. Os setores de uso comum e as fachadas também tiveram seus pacotes de trabalho seqüenciados, porém aprofundaram-se as análises naqueles pavimentos em que haveria maior repetição de atividades no decorrer da obra. Após a definição dessa fase

* Segundo Yang e Ioannou (2001) os buffers servem para proteger os processos da variabilidade e incerteza das etapas precedentes.

partiu-se em direção ao traçado das linhas de balanço para simular graficamente os planos de ataque propostos.

3.3.7 ANÁLISE DOS PLANOS DE ATAQUE DE PRODUÇÃO

Esta etapa buscou analisar a influência que diferentes tempos de ciclo de determinados pacotes de trabalho propiciava no plano de ataque do empreendimento. Critérios como tempo de atravessamento, reaproveitamento de equipes, fluxos físicos e repetição de tarefas foram ponderados na análise dos cenários de longo prazo criados para o estudo de caso realizado.

Por intermédio da interpretação das linhas de balanço procurou-se julgar qual era a tática apropriada para ser implementada. O julgamento dos planos se dividiu entre a análise de variáveis supracitadas, ligadas aos princípios de construção enxuta, que constavam nos panoramas propostos e a visão crítica da empresa em relação à repercussão das mesmas. A seleção do plano de ataque a ser praticado foi baseada nessa apreciação conjunta.

3.3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os planos de ataque criados para o empreendimento pesquisado, aliados às fontes de evidência citadas neste estudo, propiciaram uma série de conclusões, as quais contribuíram para o atendimento dos objetivos deste trabalho.

No decorrer e ao final da criação dos cenários de longo prazo, apresentavam-se aos gerentes da empresa as linhas de balanço que representavam graficamente os planos de ataque elaborados.

Durante essas demonstrações ressaltavam-se os princípios de construção enxuta que estavam contidos em cada um dos panoramas formados, no intuito de registrar o julgamento que a empresa fazia dos mesmos. Esta etapa da pesquisa apresentou as observações percebidas durante o estudo de caso desenvolvido.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os dados coletados no estudo de caso realizado, assim como os resultados produzidos. Buscou-se dar transparência a esse processo de apresentação de informações para que as considerações feitas sejam plenamente compreendidas e se possível generalizadas para outras situações.

No entanto, ressalta-se novamente que os dados deste estudo se referem a uma construtora como também a uma tipologia de edificação específica – edifícios de múltiplos pavimentos e por isso a pesquisa limita-se a essa realidade.

4.1 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE EM REUNIÕES DE ANÁLISE DOS PLANOS DE ATAQUE CRIADOS PARA O EMPREENDIMENTO PESQUISADO

No início da pesquisa, antes de realizar a observação participante ao longo das reuniões de análise dos planos de ataque criados para o empreendimento pesquisado, buscou-se junto aos gerentes da empresa e por meio de consulta aos documentos administrativos, analisar de que forma era realizado o planejamento de longo prazo dos empreendimentos, resultando na elaboração de um diagnóstico desse processo gerencial.

4.1.1 DIAGNÓSTICO DO PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO

Verificou-se que para toda obra executada pela empresa era gerado um documento denominado Planejamento Geral de Obra (PGO). Constatou-se através do PGO que o planejamento de longo prazo dos empreendimentos era concebido na forma de uma EAP formada pelos diversos pavimentos da edificação, onde se encontravam os serviços a serem executados, suas durações, além das datas de início e fim dos mesmos.

Segundo os gerentes de produção eram por meio desta EAP, elaborada por um supervisor de planejamento e avaliada pelo gerente de obras, que se obtinham as metas relativas a prazo e custo e, através do arquivo eletrônico da mesma, realizavam-se as devidas atualizações no decorrer da obra.

Entretanto, observou-se que o modo como esta EAP era apresentada, ou seja, de forma detalhada para todo o período do empreendimento, a tornava rapidamente obsoleta em função do caráter incerto e variável dos processos realizados em obra. Desta forma, constantes e desgastantes atualizações eram necessárias para informar o progresso do trabalho desenvolvido.

Essa constatação relatada no parágrafo anterior corrobora o que já havia sido descrito na revisão bibliográfica sobre o processo de planejamento, em que é ressaltada a importância da concepção de planos que considerem o ambiente incerto e variável característico da construção civil. No caso do plano de longo prazo gerado pela empresa, notou-se que tais incertezas e variabilidades não eram devidamente consideradas.

Percebeu-se também que não havia delimitações claras entre os níveis de planejamento, pois as programações operacionais eram retiradas da mesma estrutura de informações (EAP) utilizada como plano de longo prazo.

Ademais, observou-se que o modo como o planejamento de longo prazo era transmitido para a produção, na forma de EAP, mostrava-se insatisfatório em função da falta de transparência na comunicação das metas, além de apresentar dificuldades na visualização do avanço físico e interferências entre serviços.

Salienta-se que os conhecimentos até então adquiridos pelos gerentes no tocante a Construção Enxuta estavam sendo empregados mais especificamente em inovações no canteiro de obras, como por exemplo: implantação de ferramentas de gerenciamento visual, comunicação em obra, produção protegida e pacotização de serviços.

No período em que se iniciou a pesquisa a empresa estava em processo de implantação da técnica de linha de balanço, no intuito de aplicá-la para a modelagem do planejamento de longo prazo de seus empreendimentos. O objetivo era sanar as deficiências citadas anteriormente, em relação ao uso da EAP como instrumento de divulgação do referido plano.

4.1.2 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Embora o pesquisador tenha empregado a observação ao longo de praticamente todo o período em que se deu a pesquisa, entendeu-se que o momento ideal para o início da observação participante propriamente dita, seriam as reuniões para análise dos planos de ataque concebidos.

É importante a afirmação feita no parágrafo anterior, pelo fato de que foram também realizadas reuniões com os gerentes da empresa, antecedentes às de análise dos planos de ataque criados, para o desenvolvimento de etapas necessárias à elaboração dos cenários produtivos,

como por exemplo, definição do conteúdo dos pacotes de trabalho e sequenciamento dos mesmos.

Desta forma, procurou-se não interferir no modo como a empresa arquitetava seu sistema de produção, como por exemplo, na formulação dos agrupamentos de serviços, na seqüência adotada para execução da obra, na determinação dos processos a serem terceirizados e na definição do prazo final do empreendimento.

A razão para não participar efetivamente das decisões necessárias para a definição das etapas citadas no parágrafo anterior é o cuidado para que não haja desvio do foco desta pesquisa. Entende-se que planejar a observação pode reduzir o risco do pesquisador ser absorvido pelo campo e pelas diversas informações que podem surgir, com o conseqüente fracasso no alcance dos objetivos propostos no trabalho.

Mesmo assim, foi possível observar e registrar, mesmo que de forma não participativa, a dificuldade da empresa com relação à definição da rede de precedências entre os processos a serem executados na unidade básica da edificação (apartamento). A seguir apresentam-se os registros do pesquisador com relação à afirmação anterior.

Surpreende o número de modificações, bem como o tempo gasto para determinação da seqüência entre os processos que compõe a rede básica. A princípio pensava-se que tal definição poderia ser facilmente determinada, o que não foi verificado. As quatro seqüências de pacotes de trabalho elaboradas para o estudo de caso realizado comprovam tal afirmação. Segundo os gerentes da empresa, tal dificuldade se deve ao fato da empresa estar em processo de mudança da maneira como executa os serviços em obra, ou seja, ao invés de buscar o encadeamento de atividades isoladas, a construtora tem procurado formar e sequenciar pacotes de trabalho. Por outro lado, percebeu-se também que as empresas prestadoras de serviços, como as equipes de execução de gesso, por exemplo, influenciam a definição da rede básica.

Durante as reuniões de análise dos planos de ataque criados para o estudo de caso desenvolvido, foi possível observar que não era uma prática da empresa a realização de diversas alternativas de planos de ataque para um mesmo empreendimento, conforme podem esclarecer as seguintes anotações feitas pelo pesquisador:

Participam da reunião de análise dos planos de ataque os gerentes dos diversos setores da empresa, como por exemplo, planejamento, suprimentos e logística, tecnologia e qualidade, produção, além do diretor técnico. Ao apresentar para todos os participantes da reunião, as diversas linhas de balanço que representavam os planos criados para o empreendimento estudado, o diretor técnico comentou que normalmente para os outros prédios já executados pela construtora, um plano inicial era elaborado pelo gerente de planejamento, e que o mesmo era aprimorado em função das críticas feitas pelos gerentes das diversas áreas da empresa.

Notaram-se também, ao longo das reuniões de análises dos planos criados, os aspectos principais comentados pelos gerentes da empresa, conforme comprova o relato a seguir:

Ao apresentar para a equipe gerencial da construtora os planos de ataque criados, percebeu-se que houve preocupação quanto à data de início de determinados pacotes de trabalho como, por exemplo, os pacotes de revestimento de piso (cerâmica juntamente com granito ou porcelanato) e cerâmica de parede. Isto pode ser verificado principalmente quando se apresentaram os planos que possuíam pacotes de trabalho contendo trajetórias de execução descendentes e com reaproveitamento de equipes. Quando questionado sobre este assunto, o gerente de produção explicou que não seria interessante, por motivo de precaução quanto ao prazo final da obra, aguardar muito tempo para iniciar esses serviços, tendo em vista que os mesmos já poderiam ter seu início antecipado caso fosse adotado os planos que apresentavam trajetórias ascendentes de execução.

O tempo de atravessamento dos processos, especificamente para os casos de planos de ataque que consideravam longos tempos de ciclo para pacotes de trabalho como o revestimento cerâmico de parede, por exemplo, também chamou a atenção dos gerentes da empresa. No entanto, ao mesmo tempo em que houve preocupação com o tempo de atravessamento do referido pacote de trabalho, foi demonstrado também receio quanto à adoção de cenários produtivos que contemplassem curtos tempos de ciclo para execução do revestimento cerâmico de parede. Ao serem questionados pelo pesquisador quanto o(s) motivo(s) de tal negação, os gerentes da empresa afirmaram que para viabilizar o curto tempo de ciclo proposto para o referido pacote de trabalho, seria necessário aumentar o número de operários na equipe de produção, isto é, ao invés de se ter uma equipe com 2 pedreiros e 1 servente, haveria 4 pedreiros e 2 serventes para execução do mesmo grupo de serviços, o que poderia causar conflito no posto de trabalho, em função de ainda não haver disseminado na empresa, pelo menos em âmbito operacional, a cultura do trabalho em grupo.

No intuito de registrar o julgamento que os gerentes da empresa faziam sobre as implicações que as alterações no tempo de ciclo dos processos de produção proporcionavam, o pesquisador indagou a equipe da construtora, se existiam outras barreiras enfrentadas para a adoção de planos que contemplassem curtos tempos de ciclo, além da questão cultural citada anteriormente. Segue abaixo as anotações feitas pelo pesquisador sobre tal questão:

Um dos problemas possíveis de serem enfrentados quando da adoção de equipes maiores para viabilização de curtos tempos de ciclo, seria a divisão do valor financeiro a ser pago pela execução do pacote de trabalho entre os componentes da equipe de produção. Para o gerente de produção, os operários que produzissem mais, em termos de quantidade de serviço, certamente reclamariam de ganhar o mesmo valor financeiro daqueles que executaram menos serviços, mesmo que essa diferença fosse pequena e embora ambos façam parte da mesma equipe, que teoricamente deveriam distribuir os ganhos de forma igualitária. Para o supervisor

de produção este fato dificilmente aconteceria caso o trabalho fosse realizado em duplas ao invés de equipes maiores. Outro aspecto citado pelos gerentes da empresa, é a dificuldade enfrentada pelos operários quanto à divisão do posto de serviço em lotes menores, para viabilizar o trabalho simultâneo do grupo. É consenso entre os gerentes da empresa que poderia haver conflito espacial e até mesmo perda de produtividade. Por fim, foi ressaltado que poderia haver desagregação da equipe de trabalho e incapacidade de entrega do lote completamente executado (neste caso o pavimento) para a equipe vindoura, quando acontecesse de uma parte do grupo terminar seu lote de produção, estando à mesma apta a seguir para outro pacote de trabalho, enquanto a outra parte do grupo continuaria finalizando os serviços restantes.

Outro aspecto que chamou a atenção do pesquisador foi a maneira como o gerente de produção buscava encurtar o tempo de atravessamento dos processos, ou seja, pelo aumento do número de equipes de execução e não pelo acréscimo de operários nas grupos já formados.

Neste caso, o pesquisador buscou interferir explanando sobre os prejuízos que se poderia ter quando da adoção da medida citada no parágrafo anterior. Por exemplo, comentou-se que o espalhamento de equipes acarretaria em um aumento nos fluxos físicos em canteiro, em função da necessidade de distribuição de materiais para os diversos pavimentos da obra, além de dificultar o trabalho do supervisor de produção no monitoramento das diversas equipes. Foi ressaltado também que haveria uma diminuição da repetição do trabalho por equipe de produção, prejudicando o aparecimento do efeito aprendido.

Mesmo assim, em função das dificuldades já comentadas anteriormente para a operacionalização do trabalho em grupos com maior número de operários, os gerentes da empresas preferiram não adotar os planos que apresentavam curtos tempos de ciclo de execução. A seguir apresentam-se as anotações feitas sobre este assunto:

Segundo o diretor técnico, há o interesse futuro de adotar novas configurações de equipes de trabalho, tendo em vista os benefícios possíveis de serem obtidos, porém, é preciso

tempo para que as barreiras citadas possam ser transpostas, sem que haja traumas, tanto para os operários, como para os gerentes da obra. O diretor ainda completou dizendo que a consolidação das mudanças em andamento na empresa, como a adoção do sistema de produção por pacotes de trabalho, por exemplo, é fundamental antes de inserir novas maneiras de trabalho.

Por fim, deve-se ressaltar a importância e eficácia do uso da linha de balanço para representação dos planos de ataque criados para o empreendimento estudado. O relato a seguir corrobora a afirmação anterior:

Durante as reuniões de análise dos planos criados, houve consenso entre os gerentes da empresa quanto à transparência propiciada pelo uso da linha de balanço. A equipe gerencial da construtora enfatizou a dificuldade que se tinha em detectar as interferências entre os diversos serviços quando se utilizava a EAP como instrumento de planejamento e destacou a facilidade de leitura, análise e acompanhamento do planejamento que a linha de balanço possibilita.

A seguir será apresentado o estudo de caso desenvolvido. Busca-se nesta etapa detalhar as informações obtidas ao longo da pesquisa e concluir a respeito do que foi verificado, no intuito de alcançar os objetivos propostos para este trabalho.

4.2 ESTUDO DE CASO

Como já mencionado anteriormente, adotou-se o estudo de caso como estratégia de pesquisa. A pesquisa ocorreu no período de maio a dezembro de 2005. O edifício analisado neste estudo está situado em região nobre da cidade de Fortaleza no estado do Ceará.

Destaca-se o comprometimento estratégico da empresa com relação ao prazo de entrega de seus empreendimentos, ressaltando que este fator serviu como parâmetro nas análises dos planos elaborados.

Por essa razão, buscou-se nos planos de ataque criados planejar o final da obra para um mês antes do prazo contratual firmado com os clientes. Informa-se que no estudo realizado o prazo final tratado com os clientes foi definido como o dia trinta e um do mês de julho de 2007.

4.2.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O estudo trata de um edifício residencial de alto padrão com área total construída de 12.464 m². O início das obras se deu em maio de 2005 sendo que sua conclusão está fixada em julho de 2007, totalizando 27 meses.

A edificação é composta de um subsolo, pilotis, mezanino e 22 pavimentos tipo, consistindo de um apartamento por pavimento, totalizando 22 unidades residenciais de 317 m² de área privativa, em que cada uma é constituída de varanda, sala de estar/jantar, gabinete, lavabo completo, quatro suítes sendo uma master com closet e dois banheiros, estar íntimo, copa/cozinha, área de serviço, quarto de empregada com banheiro em suíte, despensa e depósito.

O empreendimento conta ainda com 110 vagas de garagem, 2.000 m² de área de jardins e lazer composto de salão de festas, piscina com raia, quadra poliesportiva, salão de jogos, sala de ginástica, sauna, churrasqueira e sala de repouso. As Figuras 10 e 11 representam a planta baixa padrão do pavimento tipo e a vista da fachada do edifício, respectivamente.



Figura 10: Planta baixa padrão do pavimento tipo.



Figura 11: Vista da fachada do edifício.

O edifício está sendo construído em estrutura em concreto protendido com o uso do sistema de lajes nervuradas, vedação em alvenaria de blocos cerâmicos nas paredes externas, alvenaria de blocos de concreto nas escadas e divisórias internas em blocos de gesso vazado. Ressalta-se que a construtora oferece aos clientes a flexibilidade em relação ao *layout* do apartamento, além da personalização quanto aos modelos de piso a serem adotados em cada ambiente.

4.2.2 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE ATAQUE DE PRODUÇÃO

O estudo de caso apresentou 19 agrupamentos de serviços para os pavimentos tipo do edifício (seqüência adotada), sendo 14 em área privativa e 5 em locais de uso comum como hall, ante-câmara e escada. Estes se encontram dispostos no Anexo B, juntamente com os respectivos índices de produtividade.

Para os outros setores da edificação como subsolo, térreo, mezanino, casa de máquinas, cobertura e fachadas, também foram elaborados pacotes de trabalho. Entretanto ressalta-se que suas datas de execução, tempos de ciclo e seqüência permaneceram inalteradas nos planos de ataque criados.

Isto se justifica pelo fato desta pesquisa concentrar seus esforços nos pisos repetitivos da edificação. Entende-se que são nesses pavimentos que as alterações propostas neste estudo terão maior relevância e repercussão em relação aos objetivos pretendidos.

As figuras a seguir (Figuras 12, 13, 14 e 15) representam a evolução obtida durante as reuniões com os gerentes da empresa na montagem e sequenciamento dos pacotes de trabalho das áreas privativas dos pavimentos tipo. A Figura 15 representa a seqüência de execução de serviços selecionada pela empresa para o desenvolvimento da obra.

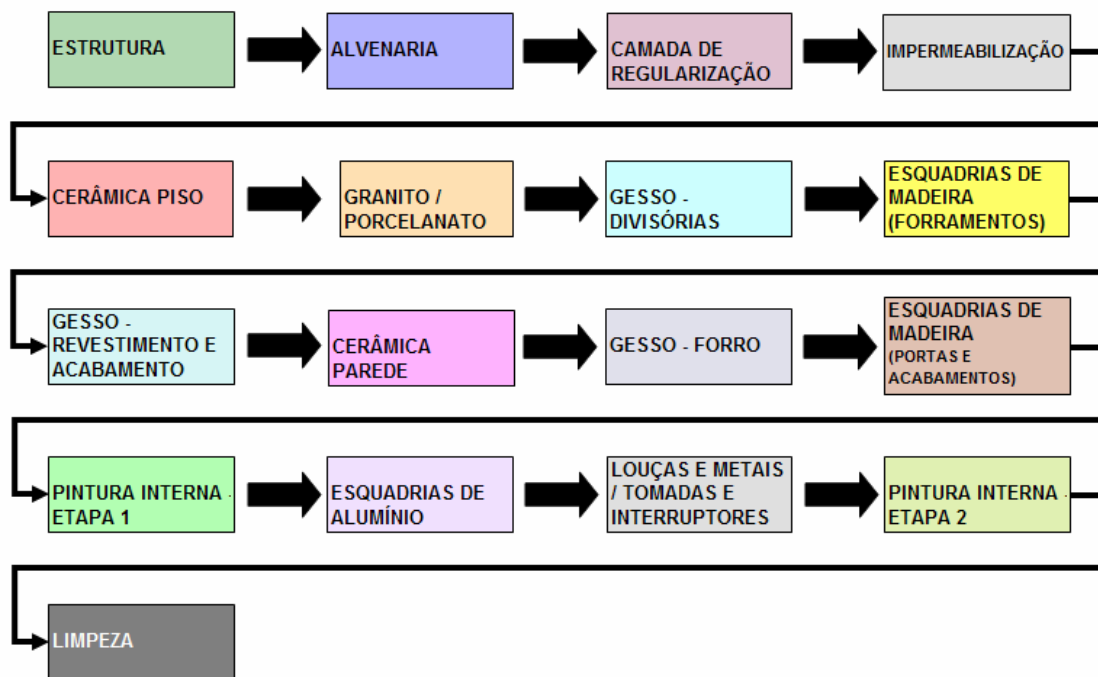


Figura 12: Primeira rede básica de serviços montada para o estudo de caso.

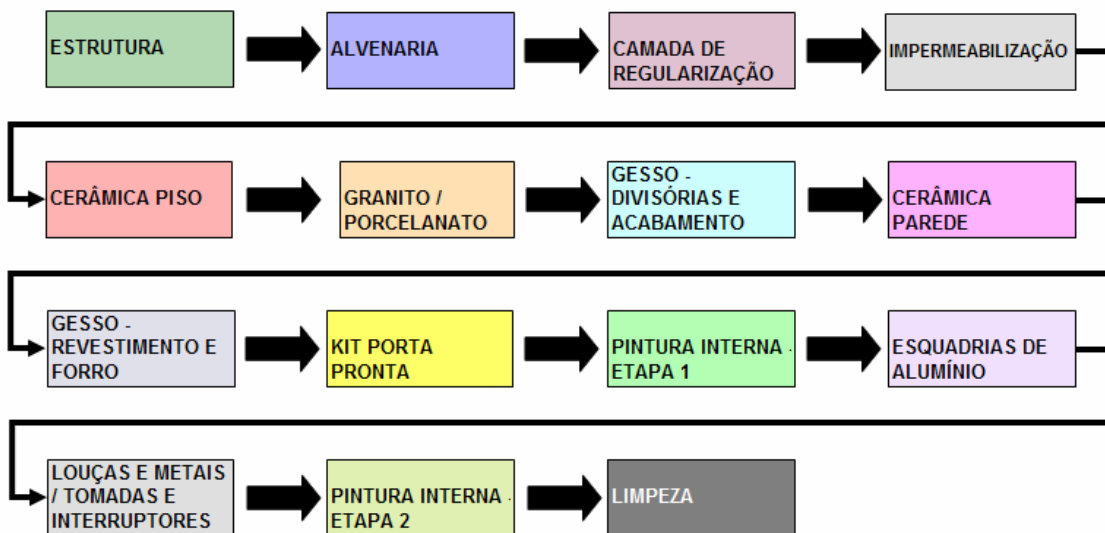


Figura 13: Segunda rede básica de serviços montada para o estudo de caso.

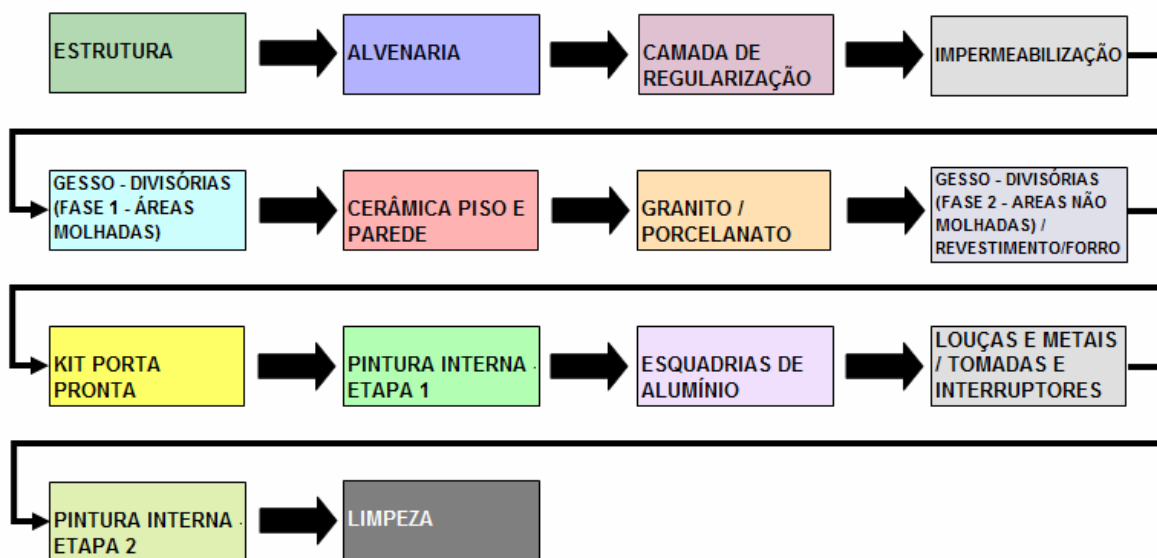


Figura 14: Terceira rede básica de serviços montada para o estudo de caso.

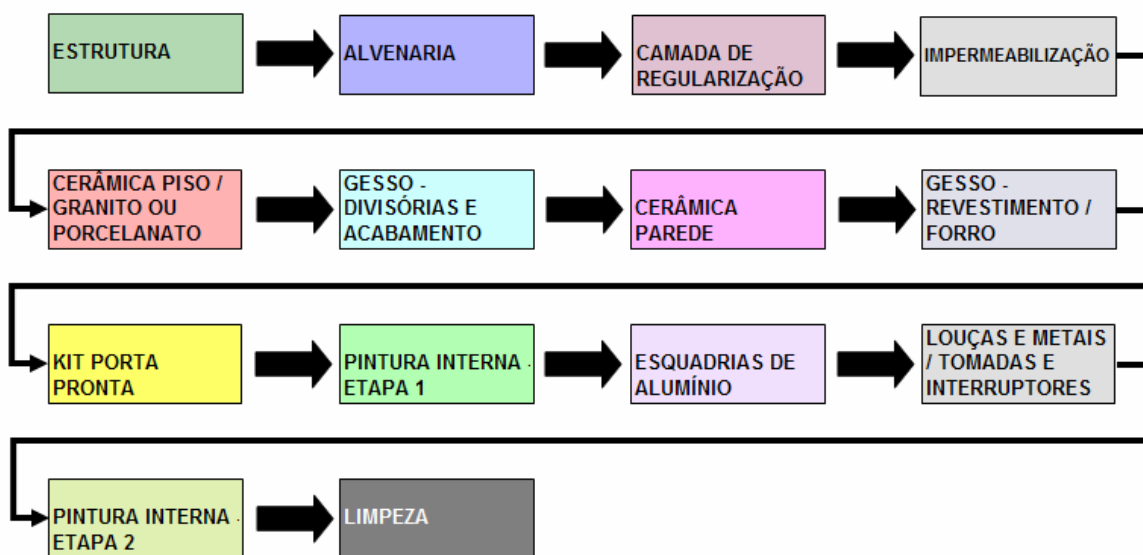


Figura 15: Quarta rede básica de serviços montada para o estudo de caso.

As seqüências apresentadas demonstram que houve uma redução no número de pacotes a serem desempenhados nos pavimentos tipos da edificação. Isto foi conseguido por dois motivos: adoção do sistema de kit porta pronta e agrupamento das atividades de revestimento de piso – cerâmica e granito/porcelanato – em um só pacote de trabalho.

Percebe-se através da comparação entre as redes básicas das Figuras 12 e 13 que a introdução de uma nova tecnologia – kit porta pronta – reduziu a quantidade de pacotes de trabalho de 17 para 15, favorecendo o gerenciamento dos mesmos. Além de compactar a execução das etapas do processo de instalação das esquadrias de madeira em uma só fase, foi possível agregar os serviços relacionados à execução de gesso (revestimento e forro).

Baseado na experiência de um empreendimento anterior, em que a empresa executava os revestimentos cerâmicos em uma só etapa, tanto piso como parede, procurou-se adequar a rede básica para esta realidade (Figura 14). No entanto, quando esta idéia foi formalizada na forma do diagrama de precedência notou-se que era preciso executar as divisórias de gesso em duas etapas, pois uma parte serviria como base para as cerâmicas de parede, mas a outra deveria ser assentada somente após o revestimento do piso para que a paginação deste fosse preservada caso houvesse alguma alteração no layout do apartamento.

De acordo com os gerentes da empresa, essa seqüência (Figura 14) ainda não era a ideal pelo fato da mesma apresentar a realização de parte das divisórias de gesso antes da cerâmica de piso, pois a experiência mostrava que os fornecedores daquele serviço poderiam comprometer a qualidade de execução deste pelo fato dos mesmos terem dificuldade em desempenhar sua atividade sem sujar a base que receberia o revestimento de piso, o que poderia vir a acarretar problemas de aderência no assentamento das cerâmicas.

Por essa razão estabeleceu-se um novo sequenciamento dos pacotes de trabalho (Figura 15) que contemplasse a execução dos serviços de gesso após o assentamento dos revestimentos de piso. Para isso agruparam-se os serviços de piso cerâmico e granito/porcelanato

em uma só etapa anterior à instalação das divisórias de gesso. Como consequência, o agrupamento de atividades envolvendo a cerâmica de parede teve que ser postergada para depois das divisórias, pelo fato daquela necessitar destas como bases para sua execução.

Apesar disso, chegou-se a uma configuração final envolvendo 14 pacotes de trabalho para serem desempenhados nas áreas privativas dos pavimentos repetitivos do edifício. Em comparação à primeira seqüência concebida (Figura 12), observou-se uma simplificação no processo de gerenciamento das etapas, isto é, três pacotes de trabalho a menos.

Vale ressaltar também que embora as redes básicas apresentadas não demonstrem explicitamente paralelismos entre as etapas, destaca-se que os mesmos já ocorrem internamente aos pacotes de trabalho estabelecidos. O pacote de cerâmica de parede, por exemplo, envolve tanto a execução do serviço propriamente dito como também atividades de reboco, rejuntamento, instalação de peitoris e bancadas de granito, caixas de passagem e conexão de tubulações elétricas, cantoneiras e perfis de alumínio, peitoril de mármore em sacadas e fixação de armadores de rede em concreto e alvenaria.

Baseado na rede básica selecionada (Figura 15) procedeu-se o desenho das linhas de balanço. As figuras a seguir (Figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23) representam os planos de ataque criados para o empreendimento em questão, sendo que a Figura 19 foi a escolhida pela empresa como o plano para ser posto em prática.

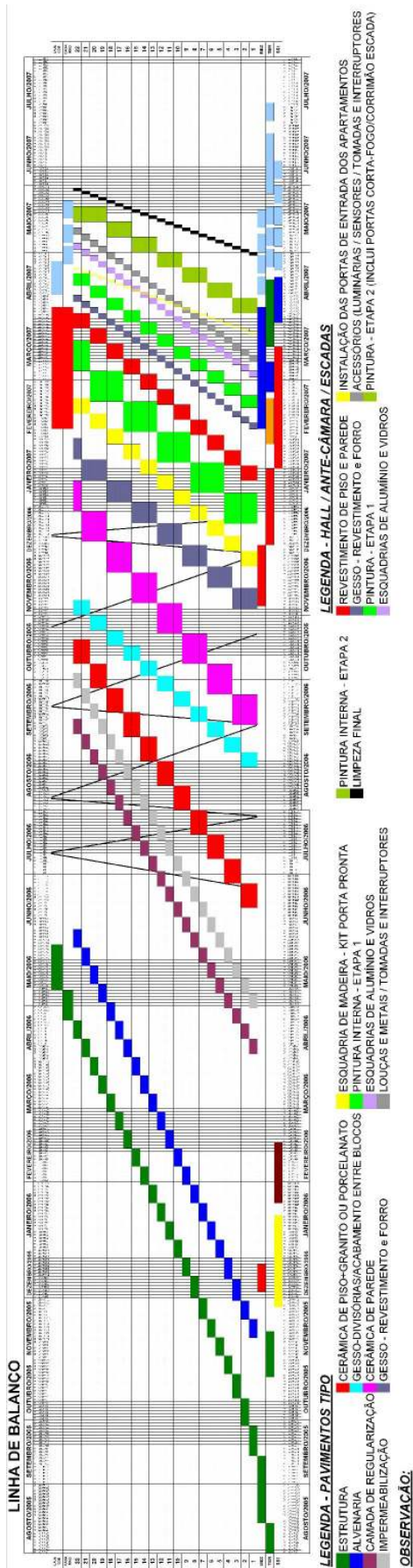


Figura 16: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo curtos e sem reaproveitamento de equipes.

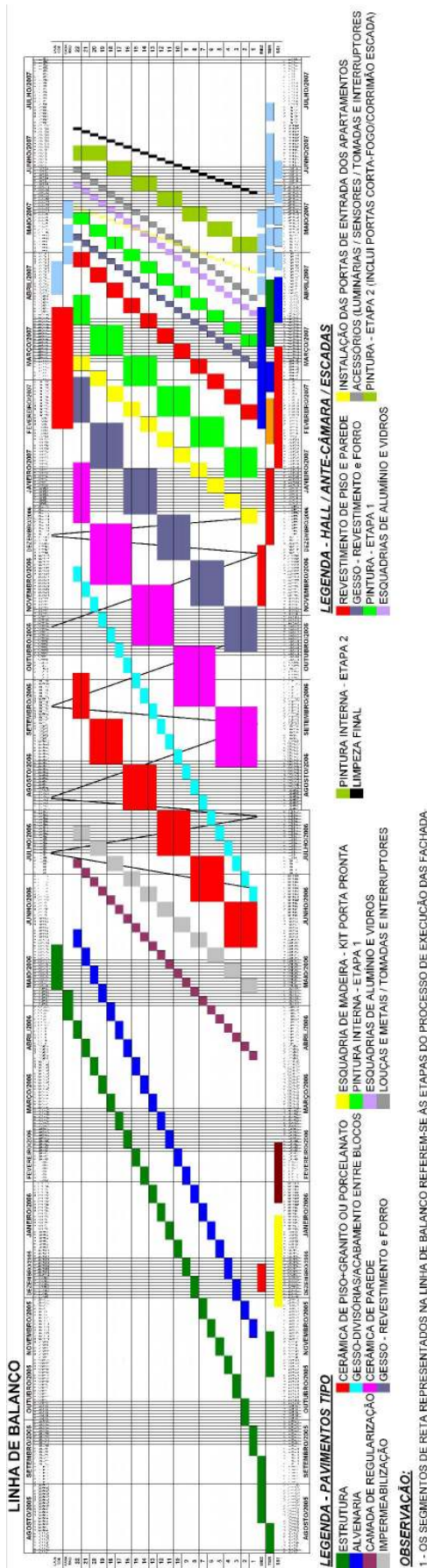


Figura 17: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo longos e sem reaproveitamento de equipes.

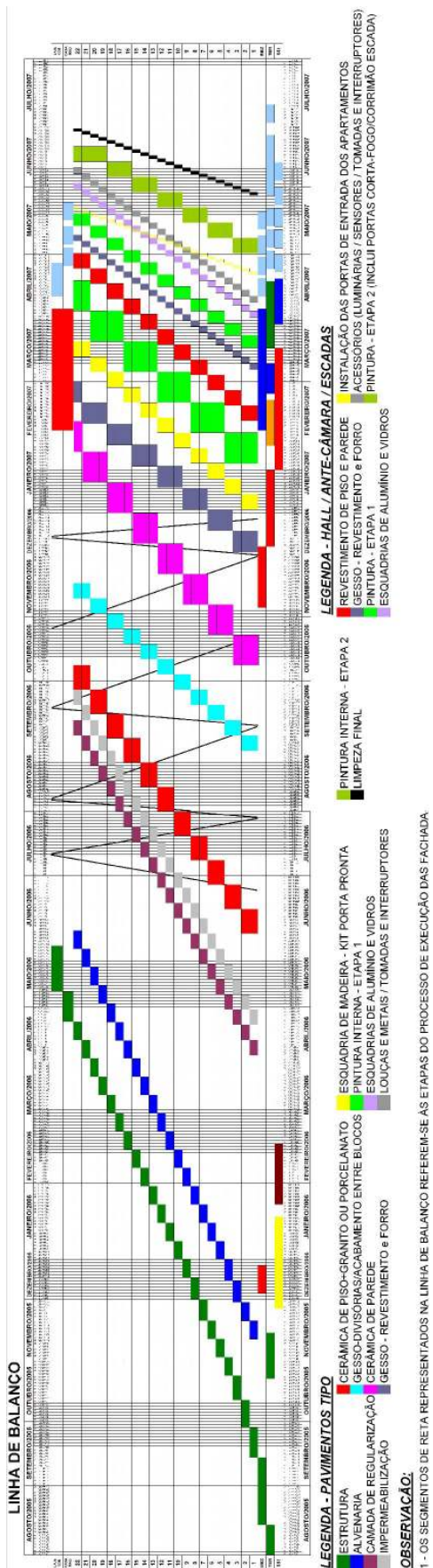


Figura 18: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo curtos e com reaproveitamento de equipes.

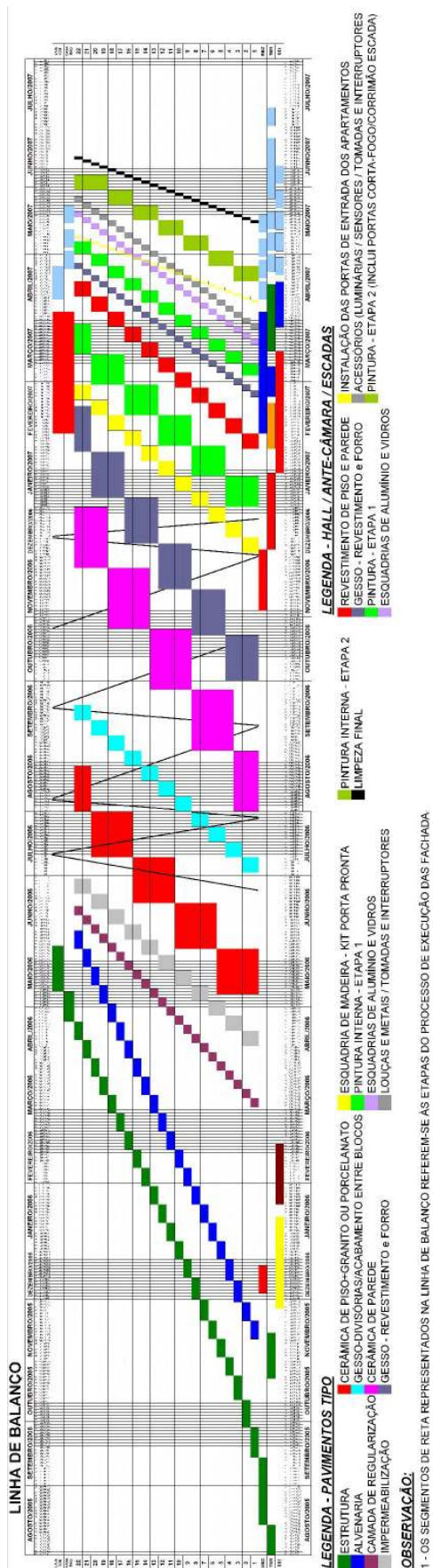


Figura 19: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de baixo para cima, tempos de ciclo longos e com reaproveitamento de equipes.

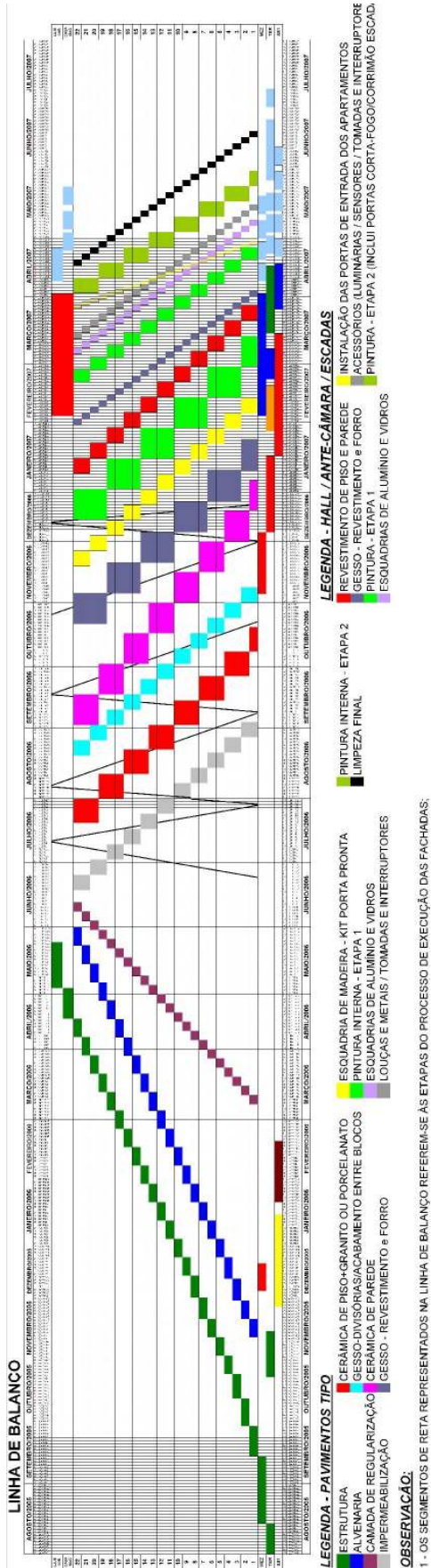


Figura 20: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo curtos e sem reaproveitamento de equipes.

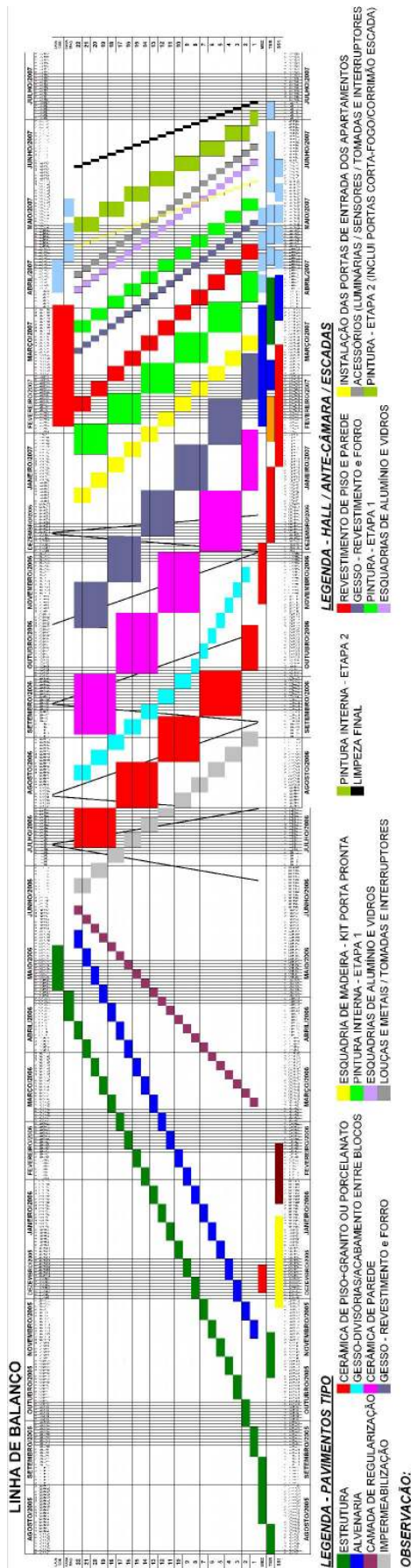


Figura 21: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo longos e sem reaproveitamento de equipes.

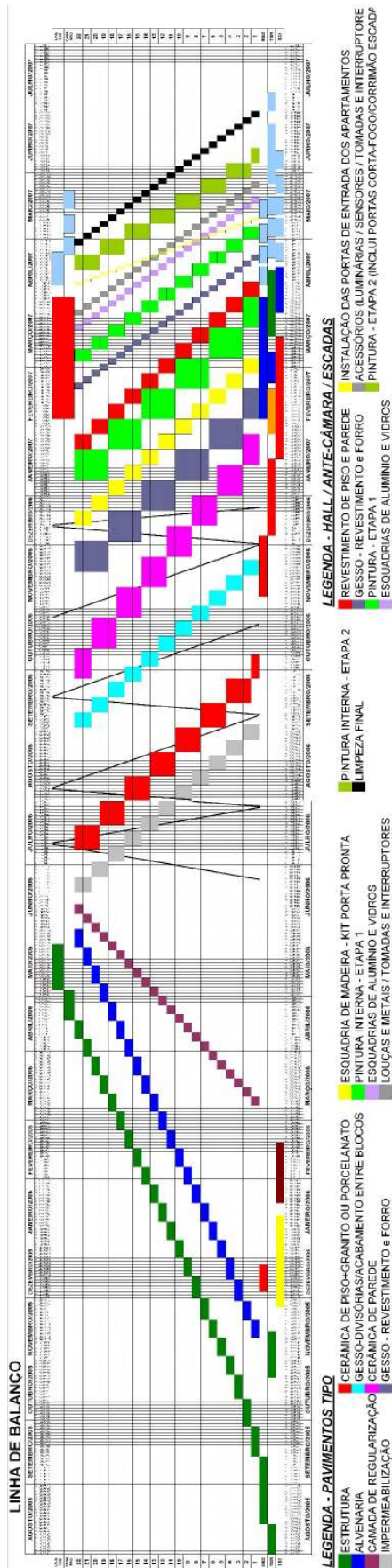


Figura 22: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo curtos e com reaproveitamento de equipes.

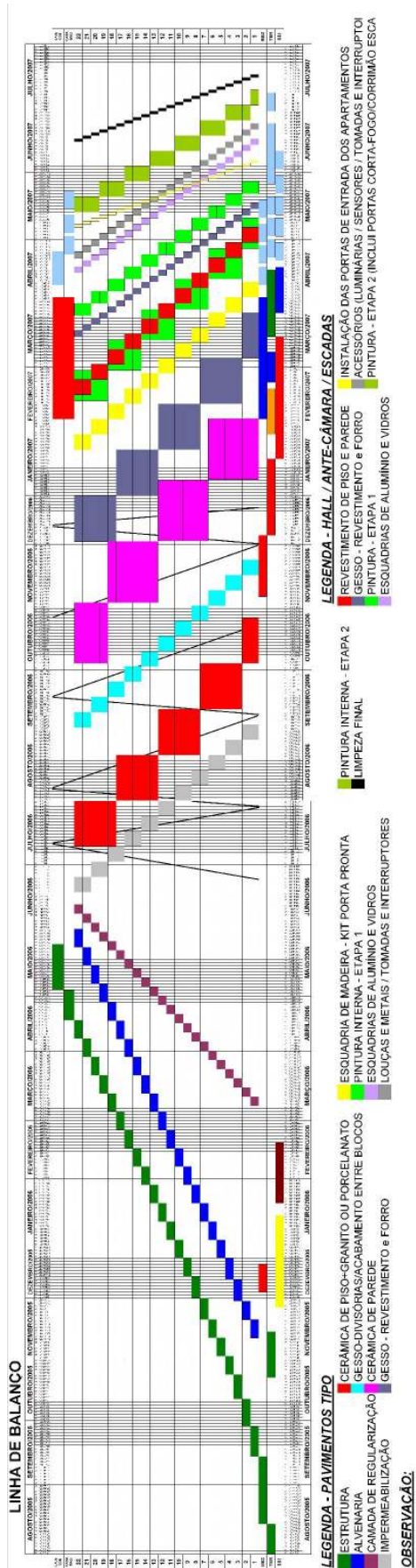


Figura 23: Plano de ataque com pacotes de trabalho executados de cima para baixo, tempos de ciclo longos e com reaproveitamento de equipes.

Percebe-se, ao comparar as Figuras 16 a 23, que a alteração nos planos criados se refere aos tempos de ciclo e trajetórias de execução de 3 pacotes de trabalho: a) cerâmica de piso / granito ou porcelanato; b) cerâmica de parede; c) atividades de revestimento e forro de gesso. As figuras a seguir demonstram graficamente as modificações realizadas (Figuras 24 e 25).

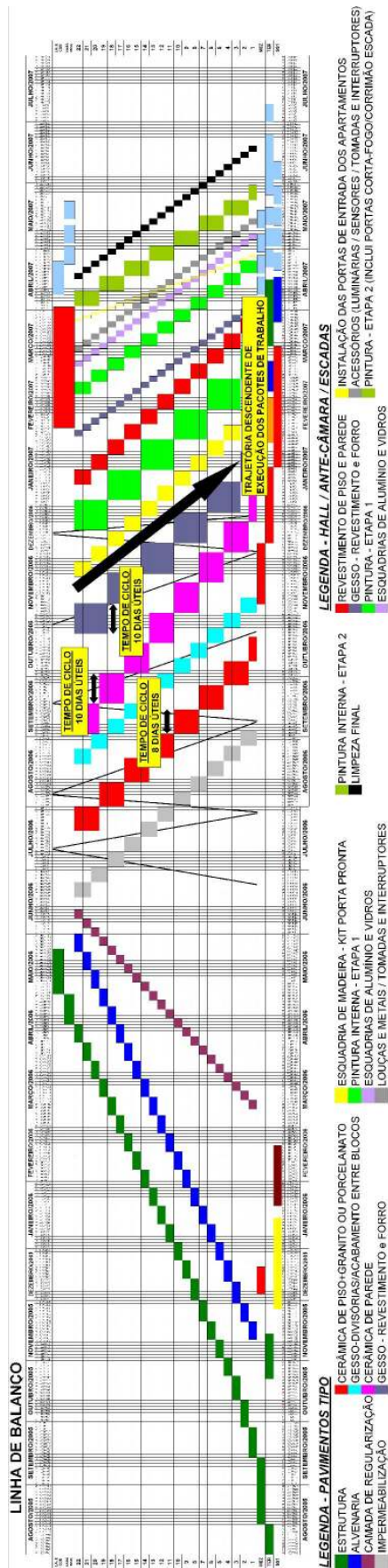


Figura 24: Alterações realizadas na elaboração dos planos de ataque do empreendimento – trajetória descendente e tempos de ciclo curtos.

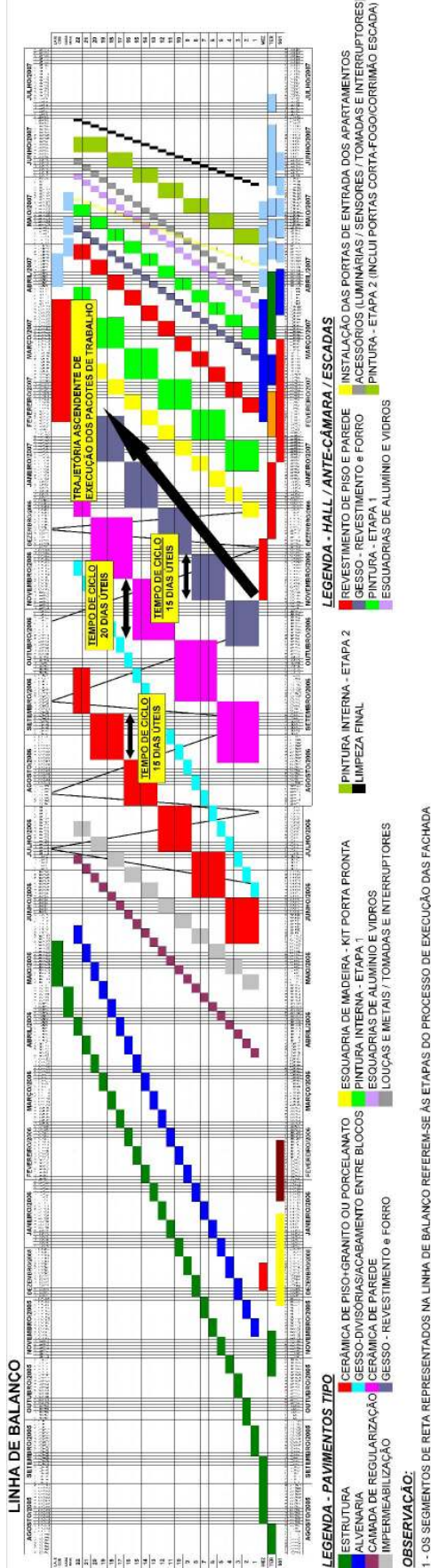


Figura 25: Alterações realizadas na elaboração dos planos de ataque do empreendimento – trajetória ascendente e tempos de ciclo longos.

Ressalta-se novamente que nesta pesquisa o tempo de ciclo dos processos foi modificado com base na alteração da configuração da célula de trabalho, isto é, pelas diferentes composições de equipes possíveis para execução de cada pacote de trabalho definido nos estudos de caso realizados. A figura a seguir visa esclarecer a maneira como os diferentes tempos de ciclo (curto ou longo) foram concebidos (Figura 26).

PCT - 07	PACOTE DE TRABALHO - 07	
	CERÂMICA - PAREDE	
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	
7.1	Reboco interno (áreas molhadas)	
7.2	Portadas	
7.3	Cerâmica - parede	
7.4	Acabamento cerâmico - parede	
7.5	Rejuntamento	
7.6	Caixas de passagem e conexão das tubulações elétricas	
7.7	Bancadas e peitoris de granito	
7.8	Contramarcos, cantoneiras e perfis de alumínio	
7.9	Chapim de mármore em sacadas	
7.10	Fixação de armadores de rede em concreto e alvenaria	
PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
COMPOSIÇÃO DA EQUIPE - TEMPO DE CICLO LONGO		
FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
PEDREIRO	2	20
SERVENTE	1	20
DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE		20 DIAS
PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
COMPOSIÇÃO DA EQUIPE - TEMPO DE CICLO CURTO		
FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
PEDREIRO	4	10
SERVENTE	2	10
DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE		10 DIAS

Figura 26: Diferentes composições de equipes para execução do mesmo pacote de trabalho.

Vale esclarecer que embora houvesse 14 pacotes de trabalho que seriam desenvolvidos nas áreas privativas dos pavimentos repetitivos (rede básica apresentada através da Figura 15) e que poderiam sofrer alterações em seus tempos de ciclo e trajetória de execução, modificaram-se apenas os três agrupamentos citados anteriormente.

Isso se deve em razão destes três pacotes de trabalho constituírem o que foi denominado nesta dissertação como o núcleo da rede básica (Figura 27), em virtude dos mesmos estarem estrategicamente posicionados em relação aos outros agrupamentos e pelo fato de apresentarem maior quantidade de atividades em seus pacotes, com durações conseqüentemente mais extensas e, portanto com maior possibilidade de alteração na duração do tempo de ciclo.

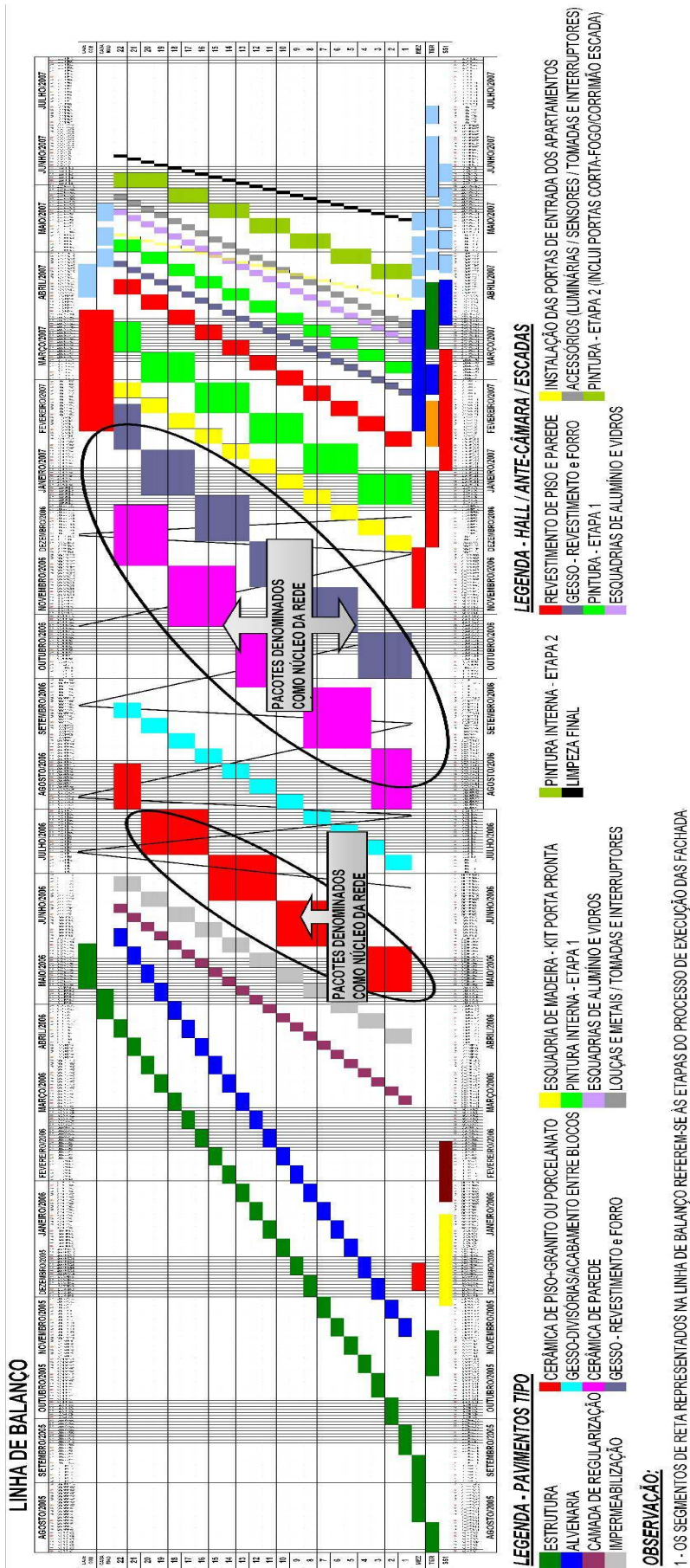
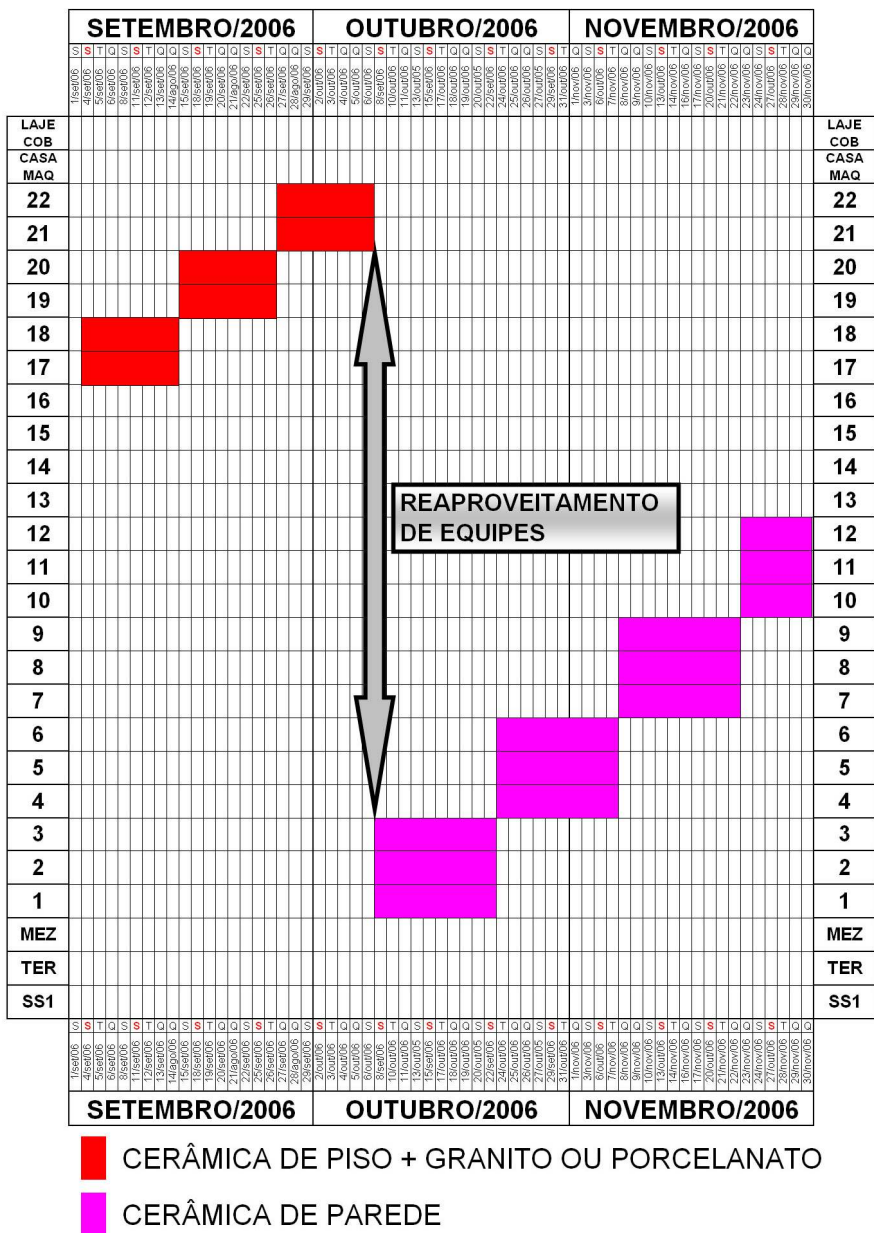


Figura 27: Pacotes de trabalho considerados como núcleo da rede básica.

Procurou-se também elaborar planos de ataque com opções de reaproveitamento de recursos humanos (Figura 28) para aqueles pacotes de trabalho considerados como núcleo da rede básica e já comentados anteriormente.



Informa-se que a construtora priorizou a reutilização das equipes nos agrupamentos de serviços por ela executados em detrimento dos pacotes desempenhados pelas empresas terceirizadas, tendo em vista que estas têm maior possibilidade de realocação de seus colaboradores em outras obras.

4.2.3 ANÁLISE DOS PLANOS DE ATAQUE DE PRODUÇÃO

Baseado nos planos de ataque criados (Figuras 16 a 23) para o empreendimento e representados por intermédio das linhas de balanço, elaborou-se uma estrutura de análise (Quadro 9) visando à compreensão e interpretação da repercussão provocada pelas alterações efetuadas no tempo de ciclo dos pacotes de trabalho considerados como o núcleo dos planos gerados, ou seja: a) cerâmica de piso / granito ou porcelanato; b) cerâmica de parede; c) atividades de revestimento e forro de gesso.

Ressalta-se que as críticas dos planos elaborados buscaram o atendimento do objetivo principal desta dissertação, ou seja, analisar quais os reflexos que a redução do tempo de ciclo dos processos de produção ocasiona em planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos.

Quadro 9: Análise da repercussão da modificação do tempo de ciclo dos pacotes de trabalho.

PACOTES DE TRABALHO	CARACTERÍSTICAS DOS PLANOS DE ATAQUE	CRITÉRIOS DE ANÁLISE			
		TEMPO DE CICLO (dias)	TEMPO DE ATRAVESAMENTO (dias)	NUMERO DE EQUIPES	REPETIÇÃO POR EQUIPE
PISO CERÂMICO + PORCELANATO OU GRANITO	Figura 17 - TCC / SS / SRE	8	88	2	11x
	Figura 18 - TCL / SS / SRE	15	90	4	5x (6x)
	Figura 19 - TCC / SS / CRE	8	88	2	11x
	Figura 20 - TCL / SS / CRE	15	75	5	4x (5x)
	Figura 21 - TCC / SD / SRE	8	64	3	7x (8x)
	Figura 22 - TCL / SD / SRE	15	75	5	4x (5x)
	Figura 23 - TCC / SD / CRE	8	64	3	7x (8x)
	Figura 24 - TCL / SD / CRE	15	75	5	4x (5x)
	Figura 17 - TCC / SS / SRE	10	80	3	7x (8x)
	Figura 18 - TCL / SS / SRE	20	100	5	4x (5x)
	Figura 19 - TCC / SS / CRE	10	80	3	7x (8x)
	Figura 20 - TCL / SS / CRE	20	100	5	4x (5x)
CERÂMICA DE PAREDE	Figura 21 - TCC / SD / SRE	10	80	3	7x (8x)
	Figura 22 - TCL / SD / SRE	20	100	5	4x (5x)
	Figura 23 - TCC / SD / CRE	10	80	3	7x (8x)
	Figura 24 - TCL / SD / CRE	20	80	6	3x (4x)
	Figura 17 - TCC / SS / SRE	7	56	3	7x (8x)
	Figura 18 - TCL / SS / SRE	15	90	4	5x (6x)
	Figura 19 - TCC / SS / CRE	7	56	3	7x (8x)
	Figura 20 - TCL / SS / CRE	15	90	4	5x (6x)
GESSO (REVESTIMENTO E FORRO)	Figura 21 - TCC / SD / SRE	10	60	4	5x (6x)
	Figura 22 - TCL / SD / SRE	15	90	4	5x (6x)
	Figura 23 - TCC / SD / CRE	10	60	4	5x (6x)
	Figura 24 - TCL / SD / CRE	15	75	5	4x (5x)

LEGENDA

TCC - tempo de ciclo curto;

TCL - tempo de ciclo longo;

SS - serviços subindo;

SD - serviços descendo;

SRE - sem reaproveitamento de equipes;

CRE - com reaproveitamento de equipes.

O Quadro 9 mostra que as modificações efetuadas nos tempos de ciclo dos pacotes de trabalho de revestimento de piso, cerâmica de parede, como também dos serviços de gesso, influenciam diretamente variáveis como tempo de atravessamento e número de equipes de produção, por exemplo, denotando interdependência entre os mesmos. As Figuras 29 e 30 apresentadas a seguir buscam auxiliar na compreensão de tal afirmação.

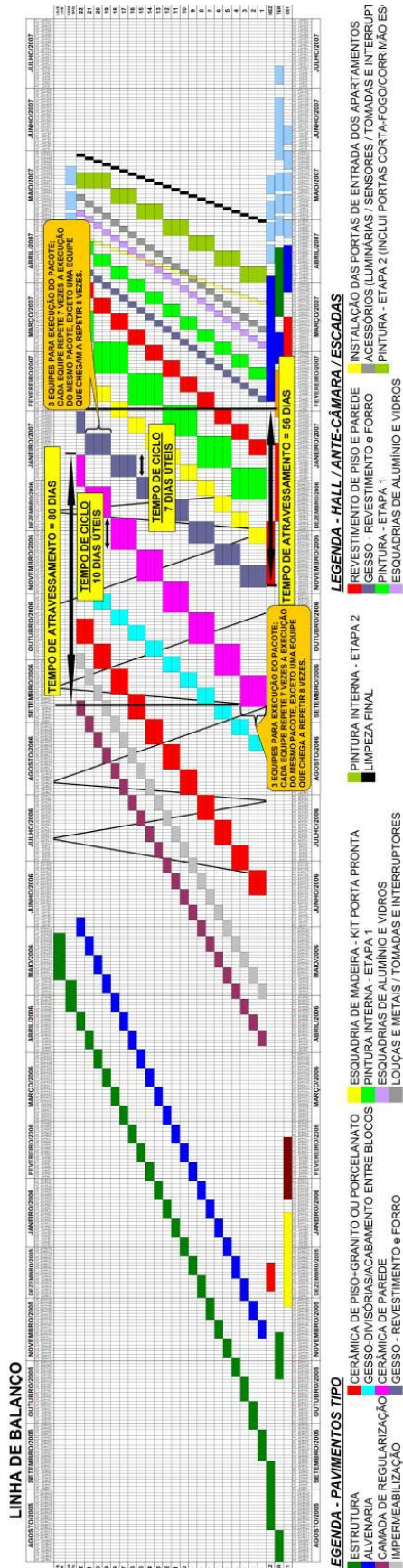


Figura 29: Ligação entre o curto tempo de ciclo dos pacotes de trabalho e variáveis como tempo de atravessamento e repetição de atividades.

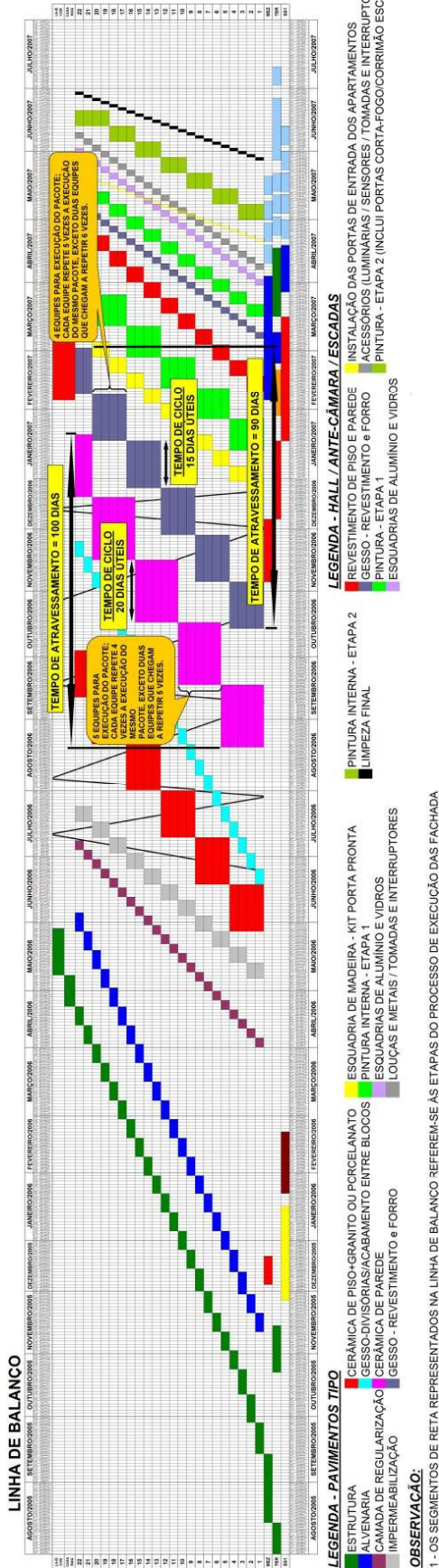


Figura 30: Ligação entre o longo tempo de ciclo dos pacotes de trabalho e variáveis como tempo de atravessamento e repetição de atividades.

Ademais, ressalta-se que os planos de ataque com pacotes de trabalho dotados de extensos tempos de ciclo necessitaram de um maior número de equipes e conseqüentemente ocasionaram mais trabalho em progresso e menor número de repetições do trabalho por equipe.

As Figuras 31 e 32 foram extraídas das Figuras 22 e 23, respectivamente, e exemplificam a afirmação feita no parágrafo anterior. As duas figuras representam planos de ataque com serviços apresentando trajetórias descendentes de execução, como também priorizam o reaproveitamento de equipes entre os pacotes de trabalho de cerâmica de piso e de parede, porém distinguem-se pelo tempo de ciclo adotado para os agrupamentos de serviços citados anteriormente.

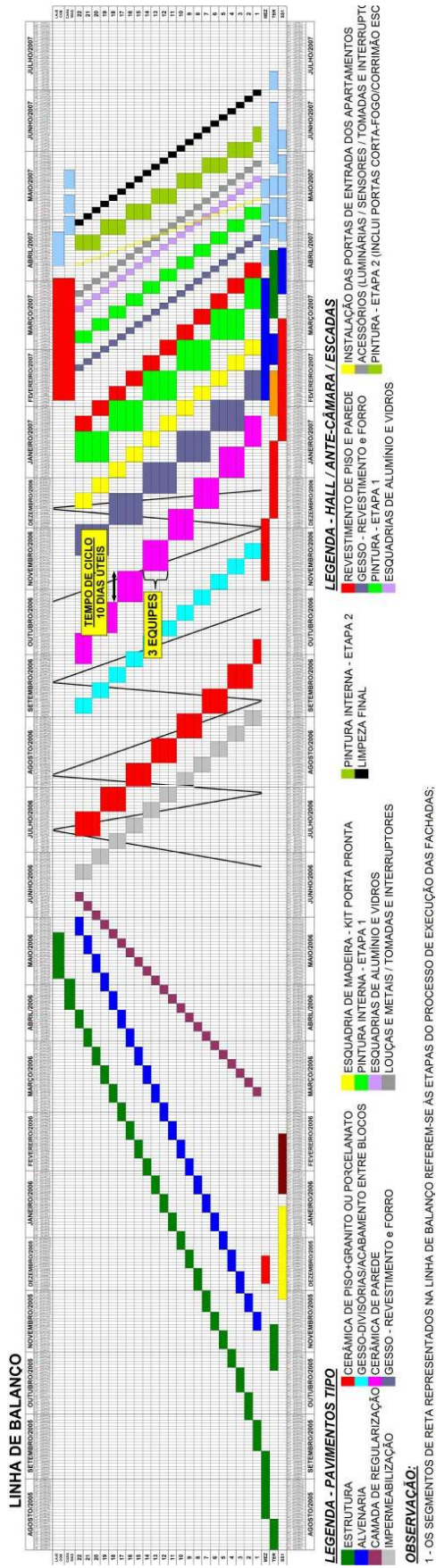


Figura 31: Relação entre o curto tempo de ciclo e o número de equipes de trabalho de cerâmica de parede.

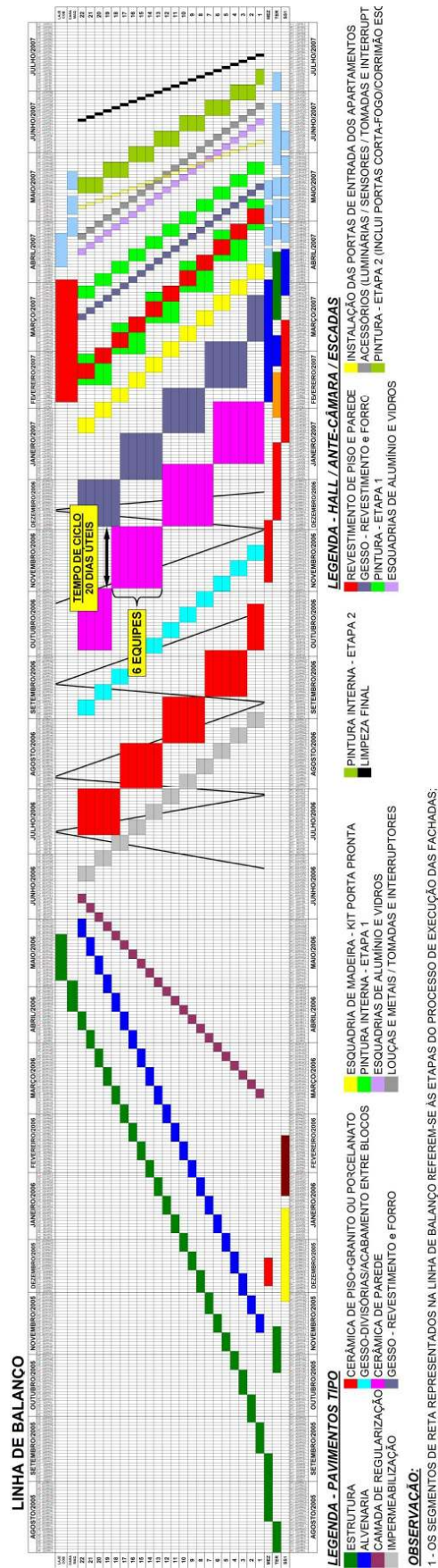


Figura 32: Relação entre o longo tempo de ciclo e o número de equipes de execução do pacote de trabalho de cerâmica de parede.

Entende-se que o maior número de equipes para a execução do mesmo processo (mais trabalho em progresso), como o que foi mostrado na Figura 32, aumenta os fluxos físicos (material e mão-de-obra) no canteiro, bem como pode dificultar o gerenciamento da produção, tendo em vista o maior número de operários alocados no edifício que necessitam de supervisão.

A redução da repetição na execução das tarefas, em virtude do aumento do número de equipes verificado nos casos em que se têm longos tempos de ciclo, também impede o aparecimento de benefícios como aumento de qualidade e de produtividade advindos do chamado efeito aprendizado.

Isto pode ser comprovado quando se confrontam determinados planos de ataque. Por exemplo, enquanto na Figura 18 as equipes chegam a repetir até onze vezes a execução do pacote de revestimento de piso, o plano representado pela Figura 19 (estratégia adotada pelos gerentes da empresa para execução da obra) consegue apenas cinco repetições por equipe para o mesmo pacote de trabalho, isto nos casos mais favoráveis, ou seja, somente para 2 das 5 equipes, sendo que 3 equipes repetem as atividades por apenas quatro vezes.

Outro aspecto que foi considerado e analisado na criação dos planos de ataque foi o reaproveitamento de equipes. Vislumbrou-se essa possibilidade para os pacotes de trabalho de revestimento de piso e cerâmica de parede, já que ambos tiveram seus tempos de ciclo alterados e pelos mesmos serem executados por equipes da própria construtora.

Observou-se que tal estratégia foi adotada pela empresa no plano de ataque selecionado (Figura 19). A construtora julgou importante promover o reaproveitamento de equipes em razão do elevado custo advindo da mobilização e desmobilização de recursos humanos em obra.

4.2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os planos de ataque elaborados, representados por meio das linhas de balanço, foram apresentados ao quadro técnico da empresa pesquisada. Pode-se afirmar que os gerentes da construtora percebiam inicialmente aspectos como extensos tempos de atravessamento e seus impactos no prazo final, a viabilidade de se executar determinados pacotes de trabalho em curtos tempos de ciclo, além de observarem a data de início dos serviços.

De maneira complementar realizou-se discussões em que eram explicitados outros aspectos presentes nos planos criados, mas não percebidos, pelo menos em princípio, pelos gerentes como, por exemplo, os impactos causados pelos ritmos de execução adotados perante os fluxos físicos em canteiro, o aumento na quantidade de serviços em progresso e as possíveis dificuldades para o gerenciamento dos operários na obra, além da importância da repetição de tarefas pela mesma equipe e sua relação com o efeito aprendido.

Por meio do Quadro 9 ficaram evidentes as implicações que a redução do tempo de ciclo pode criar nas variáveis a ele relacionadas como, por exemplo, tempo de atravessamento, número de equipes (trabalho em progresso) e repetição de tarefas. Tais constatações permitiram aos gerentes de produção ver de forma sistêmica os impactos gerados no plano operacional pelas alterações propostas no nível de longo prazo.

Percebeu-se também nas reuniões de definição do plano de ataque a tendência a resolver questões de cumprimento de prazos ou encurtamento do tempo de atravessamento, por meio do aumento do ritmo de execução através do acréscimo do número de equipes, causando o que se pode chamar de espalhamento da obra.

Essa peculiaridade denota e confirma a presença da visão de transformação em detrimento à de fluxo. Pois se em um primeiro momento resolve-se problemas de ritmos e

prazos, por outro lado criam-se dificuldades com relação à efetivação dos fluxos físicos em obra. Neste sentido, pode-se dizer que a transparência proporcionada pelo uso da linha de balanço, auxiliou na compreensão dos impactos que tais decisões poderiam causar.

Por outro lado, destacam-se as transformações em andamento na empresa como a produção na forma de pacotes de trabalho e a ênfase na reutilização da mão-de-obra. Salienta-se o fato da empresa já trabalhar com equipes versáteis em suas obras, pois a mesma já busca arquitetar seu sistema de produção em forma de células de trabalho.

Ademais, destacou-se neste estudo de caso a relevância da adoção de tecnologias como o kit porta pronta que possibilitou o agrupamento e conseqüente redução do número de pacotes de trabalho desenvolvidos. Entende-se que há um favorecimento quanto ao gerenciamento das entregas dos pacotes de trabalho entre as equipes ao longo do processo produtivo para a conclusão do andar em questão.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

A pesquisa desenvolvida procurou contribuir na criação e seleção de planos de ataque de produção de edifícios de múltiplos pavimentos. Para isso buscou-se elaborar diversos planos em que o princípio da redução do tempo de ciclo, identificado na revisão bibliográfica como a base para melhoria na NFP, foi selecionado para as alterações propostas.

Desta forma, se buscou analisar os reflexos que a alteração dos tempos de ciclo dos processos de produção pode causar nos planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos, bem como identificar a repercussão, em termos operacionais, das modificações realizadas em nível tático.

Inicialmente deve ser destacado o envolvimento da construtora na tentativa de promover a criação de pacotes de trabalho compostos por diversos serviços, quando estes são executados pelo quadro operacional da mesma. Os pacotes de trabalho de alvenaria e revestimento cerâmico foram considerados os exemplos mais representativos.

Acredita-se que a adoção de pacotes de trabalho possa funcionar como um caminho preparatório para a constituição de células de produção, além de configurar um mecanismo de ligação entre os níveis de planejamento. Ademais, observou-se que esse agrupamento de serviços em pacotes interfere tanto na criação dos planos de ataque como também pode produzir efeitos no plano operacional.

Enquanto no nível tático os pacotes de trabalho favorecem a criação e interpretação dos planos de ataque (linhas de balanço com menos informações e mais transparentes), no plano operacional acredita-se que os mesmos criem, por meio da autonomia dada aos operários,

condições para a redução do tamanho dos lotes, o aparecimento da melhoria contínua dos processos, redução da carga gerencial em obra, além da concentração da produção com conseqüente minimização dos fluxos físicos no canteiro.

Convém atentar para a importância da polivalência de atuação dos operários para a viabilização das células de produção. Pode-se dizer que o estímulo à cultura de operários polivalentes permite o enriquecimento profissional pelo fato de promover versatilidade de atuação, de modo que os trabalhadores desenvolvam as diversas atividades agrupadas nos pacotes de trabalho, como também favorece o alcance de metas como o reaproveitamento de equipes.

Ademais, entende-se que o planejamento da reutilização da mão-de-obra pode ser considerado como um benefício mútuo entre empresa e colaboradores. Se por um lado, a construtora evita mobilizações e desmobilizações de recursos humanos, por outro se cria um sentimento de compromisso nos operários em relação ao alcance das metas da programação, tendo em vista a possibilidade de recolocação nos serviços posteriores.

Ao longo da pesquisa pode-se comprovar a eficiência e eficácia da técnica de linha de balanço na representação dos planos de ataque. Ressalta-se a transparência obtida nas análises por meio do uso desta ferramenta gerencial, além da maneira como a mesma foi desenvolvida, ou seja, a partir da composição e sequenciamento de pacotes de trabalho, ao invés das tradicionais seqüências de serviços isolados.

Entretanto, observou-se dificuldade da empresa pesquisada em relação à concretização das etapas de definição da rede básica, em função da mesma estar em fase de transferência de seu processo de execução de serviços isolados para a forma de pacotes de trabalho (células de produção).

O grande número de seqüências geradas no decorrer do estudo de caso desenvolvido comprova a afirmação feita no parágrafo anterior. Destaca-se a importância da participação dos

gerentes de produção na definição do plano de ataque dos empreendimentos no sentido de comprometê-los com o plano selecionado.

A evolução obtida na montagem e sequenciamento dos pacotes de trabalho evidenciam as contribuições realizadas pelos gerentes de produção. Espera-se que tais observações, juntamente com as análises realizadas ao longo deste estudo dêem confiabilidade ao plano de ataque adotado, minimizem as alterações no plano no decorrer da execução da obra e melhore a integração entre os níveis de planejamento.

Os diversos planos de ataque criados para o empreendimento pesquisado revelaram que a redução do tempo de ciclo dos processos pode diminuir o tempo de atravessamento e o número de equipes para a realização das atividades. Isto significa que há um aumento da quantidade de repetição do ciclo do processo para cada equipe envolvida na produção.

Portanto, pode-se afirmar que a compressão do tempo de ciclo favorece a concentração da produção, em virtude do menor número de equipes presentes no canteiro. Nesse sentido, entende-se que a supervisão da obra também seja beneficiada com a quantidade reduzida de equipes em trabalho.

Apesar do estudo de caso realizado comprovar a interdependência e, por conseguinte, os benefícios que a redução do tempo de ciclo pode apresentar conforme comentado nos parágrafos anteriores, notou-se oposição dos gerentes de produção quanto à adoção de planos que contemplavam curtos tempos de ciclo.

O plano de ataque adotado pela empresa, com pacotes de trabalho de longa duração, é uma prova disso. Observou-se através deste plano e pelas reuniões de planejamento realizadas em conjunto com a empresa que, embora haja consenso quanto aos benefícios advindos por meio da implementação de planos que privilegiem os princípios de construção enxuta (no caso deste trabalho, a redução do tempo de ciclo), ainda existe resistência às modificações propostas.

Por exemplo, verificou-se que a adoção de planos de ataque que contemplam curtos tempos de ciclo esbarra em fatores como a necessidade da redução do tamanho dos lotes de produção e da quebra de um paradigma cultural existente quanto ao gerenciamento das equipes, isto é, a dificuldade de se trabalhar em grupo.

De qualquer maneira, percebeu-se que a empresa reconhece os ganhos que pode ter adotando o princípio da redução do tempo de ciclo em seus processos, mas ao mesmo tempo assume que tal mudança deve ser realizada naturalmente em um horizonte de médio e longo prazo, e não de forma abrupta, em função da necessidade da transposição de barreiras como as que foram citadas anteriormente.

Entende-se que a prática de princípios e aplicações de conceitos relacionados à produção enxuta necessita da internalização dos conceitos e não apenas da aplicação de modelos, técnicas e ferramentas. Acredita-se que iniciativas como estas realizadas nesta dissertação favoreçam tal internalização.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo desta pesquisa, observaram-se oportunidades para o desenvolvimento de trabalho futuros, as quais são:

- Estudar maneiras de realizar planos de ataque de forma integrada para as diferentes obras de uma mesma empresa;

- Propor indicadores que avaliem a eficácia de planos de ataque elaborados segundo a metodologia proposta neste trabalho;

- Promover aplicações de células de produção no ambiente da construção civil de modo a avaliar sua eficácia;

- Identificar e testar mecanismos que facilitem a adoção de arranjos produtivos no formato de células;

- Criar condições para que seja possível reduzir o tamanho dos lotes de produção, permitindo que grupos de operários possam trabalhar em conjunto e de forma produtiva, de modo a diminuir os tempos de ciclo e de atravessamento dos processos, bem como melhorar as condições de gerência por meio da concentração da produção;

- Desenvolver treinamentos e conscientização dos gerentes e operários quanto às vantagens do trabalho em grupo, no sentido de esclarecer para os mesmos os benefícios que podem surgir quando tal configuração de trabalho é posta em prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso de pacote computacional:** proposta baseada em dois estudos de caso. 2003. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR., J. A. V. Takt-time: Conceitos e Contextualização Dentro do Sistema Toyota de Produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n.1, p. 1-18, abril 2001.

ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudo de caso.** 2000. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios.** 1996. 206 p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Paulo.

ASSUMPÇÃO, J. F. P.; FUGAZZA, A. E. C. Planejamento da produção de edifícios: proposta de WBS e seqüências de execução como facilitadores do processo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 1999. **Anais...** Recife, PE, 1999. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>.

BALLARD, G. **The Last Planner.** Northern California Construction Institute. Disponível em <www.leanconstruction.org/pdf/LastPlanner.pdf>. Acesso em 29 março 2005. Monterey, CA, 1994.

BALLARD, G. Lookahead planning: the missing link in production control. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Gold Coast. **Proceedings...** Gold Coast, 1997, p. 13-25. Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

BALLARD, G. Improving Work Flow Reliability In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley, CA, USA, 1999. p. 275 – 286. Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control.** 2000a. 192 p. Tese. School of Civil Engineering of Faculty of Engineering of the University of Birmingham. Birmingham, UK, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: An Essential Step in Production Control. **Technical Report No. 97-1**, Construction Engineering and Management Program, Department of Environmental Engineering, University of California, 1997.

BARROS NETO, J. P. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional.** 1999. 336p. Tese (Doutorado em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre.

BARROS NETO, J. P.; HEINECK, L. F. M.; SOUZA, D. P. A aplicação dos princípios da mentalidade enxuta na construção civil: os exemplos de Fortaleza/CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 29., Brasília. **Anais...** Brasília, 2005, 16p.

BERNARDES, M. M. S. **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação: proposta baseada em estudo de caso.** 1996. 108p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção.** 2001. 282p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

BERNARDES, M. M. S.; FORMOSO, C. T. Diretrizes para avaliação de sistemas de planejamento e controle da produção de micro e pequenas empresas de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002. **Anais...** Foz de Iguaçu, PR, 2002. p. 1319 – 1328. CD-ROM.

BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. Managing the three aspects of production in construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Gramado, 2002, 10p.

BORTOLAZZA, R. C.; COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. Análise quantitativa da implementação do sistema *Last Planner* no Brasil. In: I ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO / IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre, RS. **Proceedings...** Porto Alegre, 2005, CD-ROM, 10p.

BRASILEIRO NETTO, J.; FREITAS, A. A. F.; NOVAES, L. N. S. Alianças estratégicas para inovações na construção civil em Fortaleza – o caso Inovacon. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, 2003, CD-ROM, 12p.

BULHÕES, I. R.; FORMOSO, C. T.; AVELLAN, T. V. Gestão dos fluxos físicos e sua integração com o planejamento e controle da produção: caso de uma empresa de Salvador-BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, 2003a, CD-ROM, 10p.

BULHÕES, I. R.; AKKARI, A.; SOUZA, M. G. L.; FORMOSO, C. T. Informatização do planejamento e controle da produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003b, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, 2003, CD-ROM, 10p.

BULHÕES, I. R.; FORMOSO, C. T. Desenvolvimento e aplicação de ferramentas gráficas para obras de habitação de interesse social. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo, SP. **Proceedings...** São Paulo, 2004, CD-ROM, 14p.

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F.; GRANJA, A. D.; CARIA, J. Fluxo contínuo na construção civil: um estudo de caso exploratório. In: I ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO / IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre, RS. **Proceedings...** Porto Alegre, 2005, CD-ROM, 10p.

BURBIDGE, J. L. Production flow analysis for planning group technology. **Journal of Operations Management**, v. 10, n. 1, p. 5-27, January 1991.

CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G.; ZABELLE, T. R. WorkPlan: database for work package production scheduling. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá. **Proceedings...** Guarujá, 1998, 11p. Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

COELHO, H. O.; FORMOSO, C. T. Planejamento e controle da produção em nível de médio prazo: funções básicas e diretrizes de implementação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, 2003, CD-ROM, 10p.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996, 183p.

COSTA, D. B.; SCHRAMM, F. K.; FORMOSO, C. T. A importância do projeto do sistema de produção em empreendimentos habitacionais de interesse social. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo, SP. **Proceedings...** São Paulo, 2004, CD-ROM, 14p.

FERRARI FILHO, C. A.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V.; KLIPPEL, M. A perspectiva do enriquecimento mútuo entre o Sistema Toyota de Produção e os Sistemas Sócio-Técnicos: o desenvolvimento de práticas semi-autônomas em célula de manufatura com o uso de elementos psicanalíticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2004, CD-ROM, p. 410-417.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004, 273p.

FORMOSO, C. T. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. University of Salford – Department of Quantity and Building Surveying, 1991. Tese de Doutorado.

FORMOSO, C. T.; OLIVEIRA, J. I. R.; LEITÃO, E. S.; ISATTO, E. L. Análise da formulação estratégica de produção de pequenas e micro empresas de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1996, 9p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1999. 73p.

GARZA, O.; SMUNT, T. L. Countering the negative impact of intercell flow in cellular manufacturing. **Journal of Operations Management**, v. 10, n. 1, p. 92-116, January 1991.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção:** mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996, 175p.

GOLDRATT, E. M. **Corrente crítica.** São Paulo: Nobel, 1998. 260p.

GONZALEZ, E. F. **Análise da Implantação de Programação de Obra e do 5S em um Empreendimento Habitacional.** 2002. 201p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

HEINECK, L. F. M. Estratégias de produção de edificações. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, 1996. **Anais...** Florianópolis, SC, 1996a.

HEINECK, L. F. M. Dados básicos para a programação de edifícios altos por linha de balanço. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, 1996. **Anais...** Florianópolis, SC, 1996b.

HEINECK, L. F. M. **Parâmetros para o desenho de linha de balanço.** (Notas de aula). Disciplina de Programação de Obras na Construção Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

HERNANDES, F. S. **Análise da importância do planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras.** 2002. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

HIROTA, E. H. **Desenvolvimento de competências para a introdução de inovações gerenciais na construção através da aprendizagem na ação.** 2001. 204p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory physics:** foundations of manufacturing management. McGraw Hill, 1996, 668p.

HOWELL, G.; BALLARD, G. “Can project controls do its job?”. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 1996. Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

HYER, N. L.; BROWN, K. A. The discipline of real cells. **Journal of Operations Management**, v. 17, p. 557-574, August 1999.

INOVACON-CE, 2006. **Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará**. Fortaleza, 2006. CD-ROM.

ISATTO, et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KERN, A. P. O uso de curvas de agregação de recursos como ferramenta de gestão de custos. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2004, CD-ROM, 9p.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, 1992. Stanford University, Centre for Integrated Facility Engineering, USA.. Technical Report n. 72.

KOSKELA, L. Lean production in construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 1., 1993, Espoo. **Proceedings...** Espoo, 1993, p.1-9.

KOSKELA, L. Management of production in construction: a theoretical view. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley, 1999, p.241-252. Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

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

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. **Construction Management and Economics**, v. 5, n. 3, p. 243 - 266, may 1987.

LIBRELOTTO, L. I.; MEIRA, A. R.; BERTOL, A. A.; ALBERTON, L. Planejamento e controle da produção: um estudo de caso na construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., 1999, Recife. **Anais...** Recife, 1999, 9p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>.

LIMMER, CARL V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1997, 225p.

LOSSO, I. R.; ARAÚJO, H. N. Aplicação do método da linha de balanço: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 1995. p. 149 – 154.

LUTZ, J. D.; HIJAZI, A. Planning Repetitive Construction: Current Practice. **Construction Management and Economics**. v. 11, nº 2, p. 99 – 110, March 1993.

MADERS, B. **Técnica de programação e controle da construção repetitiva – linha de balanço. Estudo de caso de um conjunto habitacional.** 1987. 181p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

MAIA, M. A. M. Melhoria na construção através da cooperação: o caso do Inovacon-CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000. **Anais...** Salvador, BA, 2000, 7p. Disponível em <<http://www.infohab.org.br>>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas, 1996, 172p.

MAZIERO, L. T. P. **Aplicação do conceito do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas. Um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação.** 1990. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

MELLO, R.; ROGLIO, K.; CUNHA, C. As implicações de uma gestão orientada para o processo na indústria da construção civil, subsetor edificações. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, 1996. **Anais...** Florianópolis, SC, 1996.

MENDES JÚNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos.** 1999. 221p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

MOSER, L. **Diretrizes de implementação do conceito de célula de manufatura móvel para o ambiente da construção civil.** 2003. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Curitiba.

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

OLIVEIRA, P. V. H. **Implementação de um processo de programação de obras em uma pequena empresa.** 2000. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

PRADO, R. L. **Aplicação e acompanhamento da programação de obras em edifícios de múltiplos pavimentos utilizando a técnica da linha de balanço.** 2002. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002, 105p.

SAFFARO, F. A.; PAULA, E. P. Formulating the work flow plan for horizontal projects – case study. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings...** Gramado, 2002, 10p.

SAN MARTIN, A. P. **Método de avaliação de tecnologias de edificação para a habitação de interesse social sob o ponto de vista da gestão dos processos de produção.** 1999. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management of construction sites.** October 1999. 463p. Doctor of Philosophy, The University of Salford, Salford.

SCHADECK, R. **Desenvolvimento de um sistema de controle de empreendimentos de construção civil.** 2004. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.

SCHRAMM, F. K. **O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social.** 2004. 180p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

SHAFER, S. M.; ROGERS, D. F. A goal programming approach to the cell formation problem. **Journal of Operations Management**, v. 10, n. 1, p. 28-44, January 1991.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996a, 291p.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhoria contínua.** Porto Alegre: Bookman, 1996b, 380p.

SILVA, S.; SANTOS, A. Coerência e foco das decisões estratégicas da função produção: um estudo de caso na construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2002. p. 591 – 600. CD-ROM.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997, 726p.

SOARES, A. C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** 2003. 138p. Trabalho de Conclusão (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Mestrado Profissionalizante, Porto Alegre.

SOIBELMAN, L. **As Perdas de Materiais na Construção de Edificações: sua incidência e seu controle.** 1993. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

SOUZA, D. P.; BASTOS, M. R.; BARROS NETO, J. P.; MOURA, R. S. M.; PEREIRA, P. E.; HEINECK, L. F. M. Uma metodologia de implantação do Sistema Toyota de Produção em uma empresa de construção de edifícios a partir do suporte tecnológico do Programa de Inovação da Construção Civil do Ceará (INOVACON-CE). In: I ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO / IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre, RS. **Proceedings...** Porto Alegre, 2005, CD-ROM, 10p.

SUHAIL, S. A.; NEALE, R. H. CPM/LOB: new methodology to integrate CPM and Line of Balance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 120, n.3, p. 667-684, Sept. 1994.

TAVARES, C. B. P.; HEINECK, L. F. M.; LEITE, M. O.; PEREIRA, P. E.; ROCHA, F. E. M. A constituição de células de trabalho na programação de obras em edifícios. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL / X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2004, CD-ROM, 10p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking**. New York: Simon and Schuster, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1992, 347p.

YANG, I.; IOANNOU, P. G. Resource-driven scheduling for repetitive projects: a pull-system approach. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapore. **Proceedings...** Singapore, 2001, 14p. Disponível em: <<http://iglc.net/>>.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Bookman: São Paulo, 2001, 2ª edição, 205p.

**ANEXO A – EXEMPLOS DE PACOTES DE TRABALHO
REPRESENTADOS NOS PLANOS DE ATAQUE CRIADOS –
ÁREAS PRIVATIVAS E COMUNS DOS PAVIMENTOS TIPO**

PACOTES DE TRABALHO - PAVIMENTO TIPO - ESTUDO DE CASO

ÁREA DE PISO DO PAVIMENTO TIPO (ÁREA PRIVATIVA E COMUM)	360	m ²
---	-----	----------------

HORAS TRABALHADAS POR DIA	8,8
---------------------------	-----

PCT - 01	PACOTE DE TRABALHO - 01 ESTRUTURA	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		ENCARREGADO	1	6
		MESTRE	1	6
		CARPINTEIRO	8	6
		AUX. CARPINTEIRO	6	6
		PEDREIRO	1	6
		ARMADOR	1	6
		AUX. ARMADOR	4	6
		SERVENTE	7	6
		DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	6	DIAS
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	1,76	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	2,49	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	4,25	Hh / M2 DE PISO
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS			
1.1	Forma (confeção, desmoldante, montagem e desforma)			
	Armadura (moldagem, colocação espaçadores e montagem)			
	Concreto (lançamento, adensamento, regularização final, cura)			
1.2	Forma (confeção, desmoldante, montagem e desforma)			
	Armadura (moldagem, colocação espaçadores e montagem)			
	Concreto (lançamento, adensamento e cura)			
1.3	Forma (desmoldante, painéis, escoras, formas, nivelamento assoalho e desforma)			
	Armadura (moldagem, colocação espaçadores e montagem)			
	Concreto (lançamento, adensamento, regularização, gualhos, ferros cabelos e cura)			

PCT - 02	PACOTE DE TRABALHO - 02 ALVENARIA	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		PEDREIRO	3	6
		SERVENTE	2	6
2.1	Marcação			
2.2	1ª fiada com a locação de todas as aberturas de portas e cantos de parede previamente definidas.			
2.3	Chapisco de encontro em pilares e vigas	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	6	DIAS
2.4	Chapisco das alvenaria situadas em banheiros e cozinhas	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,44	Hh / M2 DE PISO
2.5	Elevação com tijolos cerâmico emestradados (paredes externas)	PACOTE (SERVENTES)	0,29	Hh / M2 DE PISO
2.6	Elevação com blocos de concreto emestradados (escada)	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,73	Hh / M2 DE PISO
2.7	Vergas / contra-vergas nas aberturas de portas e janelas			
2.8	Pilar para amarração da platibanda			
2.9	Cinta aérea das sacadas			

PCT - 03	PACOTE DE TRABALHO - 03 CAMADA DE REGULARIZAÇÃO	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		PEDREIRO	2	3
		SERVENTE	1	3
3.1	Saiote de tijolo cerâmico			
3.2	Emestramento de piso			
3.3	Regularização de base - áreas não molhadas (cerâmica)	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	3	DIAS
3.4	Camada de regularização - áreas molhadas (cerâmica)	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,15	Hh / M2 DE PISO
3.5	Meia cana para impermeabilização	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,07	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,22	Hh / M2 DE PISO

PCT - 04	PACOTE DE TRABALHO - 04 IMPERMEABILIZAÇÃO	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	APLICADOR DE MANTA	3	5
		SERVEnte	1	5
4.1	Primer			
4.2	Manta asfáltica	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	5	DIAS
4.3	Teste com água	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,37	Hh / M2 DE PISO
4.4	Proteção mecânica	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,12	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,49	Hh / M2 DE PISO

PCT - 05	PACOTE DE TRABALHO - 05 CERÂMICA PISO - GRANITO OU PORCELANATO	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PEDREIRO	2	15
		SERVEnte	1	15
5.1	Ernestramento de piso - áreas molhadas			
5.2	Regularização de base - áreas molhadas			
5.3	Cerâmica - piso	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	15	DIAS
5.4	Soleiras e filetes do box	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,73	Hh / M2 DE PISO
5.5	Acabamento cerâmico - piso	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,37	Hh / M2 DE PISO
5.6	Ernestramento de piso - áreas não molhadas	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	1,10	Hh / M2 DE PISO
5.7	Regularização de base - áreas não molhadas			
5.8	Assentamento de granito ou porcelanato - piso			
5.9	Acabamento de granito ou porcelanato - piso			
5.10	Rejunte			
5.11	Proteção de piso com gesso			

PCT - 06	PACOTE DE TRABALHO - 06 DIVISÓRIAS DE GESSO / ACABAMENTO DE GESSO ENTRE BLOCOS DE GESSO	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	GESSEIRO	2	5
6.1	Marcação	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	5	DIAS
6.2	Divisórias de gesso	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,24	Hh / M2 DE PISO
6.3	Acabamento de gesso entre blocos de gesso	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,24	Hh / M2 DE PISO

PCT - 07	PACOTE DE TRABALHO - 07 CERÂMICA - PAREDE	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PEDREIRO	2	20
		SERVEnte	1	20
7.1	Reboco interno (áreas molhadas)			
7.2	Portadas			
7.3	Cerâmica - parede	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	20	DIAS
7.4	Acabamento cerâmico - parede	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,98	Hh / M2 DE PISO
7.5	Rejuntamento	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,49	Hh / M2 DE PISO
7.6	Caixas de passagem e conexão das tubulações elétricas	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	1,47	Hh / M2 DE PISO
7.7	Bancadas e peitoris de granito			
7.8	Contramarcos, cantoneiras e perfis de alumínio			
7.9	Chapim de mármore em sacadas			
7.10	Fixação de armadores de rede em concreto e alvenaria			

		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)			
PCT - 08	PACOTE DE TRABALHO - 08		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
	GESSO - REVESTIMENTO E FORRO		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
			GESSEIRO	2	15
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS				
8.1	Revestimento de gesso		DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	15	DIAS
8.2	Forro de gesso e rodafeto		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,73	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,73	Hh / M2 DE PISO

		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)			
PCT - 09	PACOTE DE TRABALHO - 09		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
	ESQUADRIAS DE MADEIRA - KIT PORTA PRONTA		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
			CARPINTEIRO	1	5
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS				
			DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	5	DIAS
9.1	Kit porta pronta (forramento, porta, alizar e ferragens)		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,12	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,12	Hh / M2 DE PISO

		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)			
PCT - 10	PACOTE DE TRABALHO - 10		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
	PINTURA INTERNA (ÁREA PRIVATIVA) - 1a. ETAPA		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
			PINTOR	2	10
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS				
10.1	Massa corrida em paredes e tetos				
10.2	Fundo branco nas esquadrias de madeira				
10.3	Selador para textura na sacada		DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	10	DIAS
10.4	Lixamento das paredes		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,49	Hh / M2 DE PISO
10.5	1 demão de látex em paredes e tetos		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,49	Hh / M2 DE PISO

		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)			
PCT - 11	PACOTE DE TRABALHO - 11		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
	ESQUADRIA DE ALUMÍNIO E VIDROS		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
			SERRALHEIRO	1	2
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS				
11.1	Porta da sacada, portas e janelas do apartamento		DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	2	DIAS
11.2	Instalação do chumbador e guarda-corpo da sacada		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,05	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
			PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,05	Hh / M2 DE PISO

		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)			
PCT - 12	PACOTE DE TRABALHO - 12		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
	LOUÇAS E METAIS / TOMADAS E INTERRUPTORES		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
			ELETRECISTA	2	2
			BOMBEIRO	2	2
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS				
12.1	Louças e metais		AUX. ELETRECISTA		
12.2	Tomadas e interruptores		AUX. BOMBEIRO		
			DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	2	DIAS

PCT - 13		PACOTE DE TRABALHO - 13		
		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
ITEM		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		PINTURA INTERNA (ÁREA PRIVATIVA) - 2a. ETAPA		
		PINTOR	2	5
DESCRÇÃO DOS SERVIÇOS				
13.1	Esmalte sintético acetinado nas esquadrias de madeira	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	5	DIAS
13.2	Textura na sacada	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,24	Hh / M2 DE PISO
13.3	2 e 3 demão de látex em paredes e tetos	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,24	Hh / M2 DE PISO

PCT - 14		PACOTE DE TRABALHO - 14		
		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
ITEM		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		LIMPEZA		
		FAXINEIRO	2	1
		AJUDANTE	1	1
DESCRÇÃO DOS SERVIÇOS				
14.1	Limpeza dos pavimentos tipo - área privativa	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	1	DIAS
14.2	Limpeza dos pavimentos tipo - área comum	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,05	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,02	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,07	Hh / M2 DE PISO

PCT - 15		PACOTE DE TRABALHO - 15		
		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
ITEM		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		REVESTIMENTO PISO E PAREDES (ÁREAS COMUNS)		
		PEDREIRO	2	5
		SERVENTE	1	5
DESCRÇÃO DOS SERVIÇOS				
15.1	Regularização de base			
15.2	Reboco			
15.3	Cerâmica de piso	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	5	DIAS
15.4	Porcelanato	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,24	Hh / M2 DE PISO
15.5	Instalação do contramarcos das portas corta-fogo	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,12	Hh / M2 DE PISO
15.6	Reg. c/ argamassa cola em bloco de concreto	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,37	Hh / M2 DE PISO
15.7	Acabamento de escada			
15.8	Acabamento de alvenaria do shaft			

PCT - 16		PACOTE DE TRABALHO - 16		
		PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
ITEM		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
		GESSO - REVESTIMENTO E FORRO (ÁREAS COMUNS)		
		GESSEIRO	2	2
DESCRÇÃO DOS SERVIÇOS				
16.1	Revestimento de gesso	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	2	DIAS
16.2	Forro de gesso e rodadeto	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,10	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,10	Hh / M2 DE PISO

PCT - 17	PACOTE DE TRABALHO - 17 PINTURA INTERNA (ÁREAS COMUNS) - 1a. ETAPA	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PINTOR	2	2
17.1	Massa corrida em paredes e tetos			
17.2	Fundo branco nas esquadrias de madeira	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	2	DIAS
17.3	Selador para textura na sacada	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,10	Hh / M2 DE PISO
17.4	Lixamento das paredes	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
17.5	1 demão de látex em paredes e tetos	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,10	Hh / M2 DE PISO

PCT - 18	PACOTE DE TRABALHO - 18 INSTALAÇÃO DAS PORTAS DE ENTRADA DOS APTOS	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	CARPINTEIRO	1	1
18.1	Capeamento das portas de entrada dos apartamentos	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	1	DIAS
18.2	Instalação das portas de entrada dos apartamentos	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,02	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,02	Hh / M2 DE PISO

PCT - 19	PACOTE DE TRABALHO - 19 PINTURA INTERNA (ÁREAS COMUNS) - 2a. ETAPA	PREVISTO (A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DOS GERENTES)		
		COMPOSIÇÃO DA EQUIPE		
		FUNÇÃO	QUANTIDADE	DIAS TRABALHADOS
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	PINTOR	2	5
19.1	Esmalte sintético acetinado nas esquadrias de madeira	DURAÇÃO TOTAL DO PACOTE	5	DIAS
19.2	Textura na sacada	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (OFICIAIS)	0,24	Hh / M2 DE PISO
19.3	2 e 3 demão de látex em paredes e tetos	PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (SERVENTES)	0,00	Hh / M2 DE PISO
		PRODUTIVIDADE GLOBAL DO PACOTE (TOTAL)	0,24	Hh / M2 DE PISO