**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES**

**CENTRO TECNOLÓGICO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**Área de Concentração: Construção Civil**

# RESTRIÇÕES DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE EDIFÍCIOS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DAS PERCEPÇÕES DE ENGENHEIROS DE OBRAS

**JOICE PAIVA TOSTA**

**Vitória - ES**

**2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES**

**CENTRO TECNOLÓGICO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

# RESTRIÇÕES DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE EDIFÍCIOS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DAS PERCEPÇÕES DE ENGENHEIROS DE OBRAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

**JOICE PAIVA TOSTA**

Orientador:
Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama

**Vitória - ES**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Tosta, Joice Paiva, 1983-

T716r Restrições de processos construtivos de edifícios: uma abordagem a partir das percepções de engenheiros de obras / Joice Paiva Tosta. – 2013.

163 f. : il.

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Teoria das restrições (Administração). 2. Planejamento da produção. 3. Indústria de construção civil – Administração. 5. Construção civil. 4. Construção enxuta. I. Gama, João Luiz Calmon Nogueira da. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

# RESTRIÇÕES DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE EDIFÍCIOS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DAS PERCEPÇÕES DE ENGENHEIROS DE OBRAS

**Joice Paiva Tosta**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

Aprovada no dia **17 de outubro de 2013** por:

Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia Civil - UFES
Orientador

Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira
Doutor em Engenharia Civil - UFES
Membro Interno

Prof. Dr. Fábio Almeida Có
Doutor em Engenharia Civil - IFES
Membro Externo

Engº. Alexandre Tadeu Santos Pereira Silva
Mestre em Engenharia Civil - UCL
Membro Externo

**Vitória – ES, outubro de 2013**

*"Ainda que eu tenha o dom de profetizar e conheça todos os mistérios e toda a ciência;*

*ainda que eu tenha tamanha fé, ao ponto de transportar montes,*

***se não tiver amor, nada serei**."*

(Primeira epístola de Paulo aos Coríntios 13.2)

***Para Thiago.***

# AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Calmon, por sua orientação e apoio. Por sua dedicação ao mestrado e à pesquisa. O senhor se tornou uma referência, fortalecendo a minha convicção de que a educação muda vidas, nos tornando pessoas melhores, seja a gente ensinando ou aprendendo.

A todos os professores e profissionais que contribuíram e contribuem para minha formação profissional e pessoal.

Ao Thiago, por ser quem é e o que representa na minha vida.

Aos meus amados pais Noé e Zezé, e à minha irmã Cristina, por tudo.

Aos meus primos José Antônio Tosta dos Reis e Luis Carlos Tosta dos Reis por terem, em um momento decisivo, me incentivado e ajudado na escolha de viver profissionalmente em função da pesquisa e da educação.

Aos meus cunhados e sogros, pelo apoio e alegrias constantes. Em especial à minha cunhada Marina que, mesmo de muito longe, dividiu sentimentos consequentes deste momento. Valeu Cunha!

A Eliane Reis Cintra, por me ajudar a fazer desta fase mais administrável e leve.

Aos novos amigos que fiz no mestrado, por dividirem seus conhecimentos, angustias e dificuldades. Por se tornarem grandes parceiros.

Aos velhos amigos e familiares que torcem sempre pelo meu sucesso. Por terem compreendido minha ausência durante o período do mestrado.

Às Arquitetas Andreia Fernandes Muniz, Regiane Faria Giacomin, Aline Fernandes de Oliveira e à minha Física preferida Juliana Gavini Uliana (Ju) pelo apoio nos últimos dois anos. Agradeço em especial à Ju, por suas leituras e valiosas considerações feitas neste trabalho. Por sua proximidade, principalmente no período pré-defesa, caminhando junto comigo, aprendendo e ensinando a lidar com as situações, principalmente àquelas de desespero.

Aos Engenheiros e Engenheiras que me ajudaram a fundamentar esta pesquisa.

À Deus, por tudo que conquistei e sou...

Muitas pessoas estiveram comigo no período de desenvolvimento deste trabalho no mestrado. Sei que essas pessoas, de alguma forma, me ajudaram nessa jornada: com piadas que me faziam esquecer os pensamentos em relação ao mestrado (sempre constantes), com abraços e carinhos que relaxavam minhas tensões devido às preocupações e noites viradas... Enfim, não há como não sentir culpa por não me lembrar dessas pessoas agora. A todos os “esquecidos”, mas que estiveram presentes e me ajudaram de alguma maneira nesse período, minhas desculpas e muito obrigada!

# SUMÁRIO


**1 INTRODUÇÃO ..... 1**

**1.1 PROBLEMÁTICA E MOTIVAÇÃO ..... 2**

**1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA ..... 3**

**1.3 OBJETIVOS ..... 5**

1.3.1 OBJETIVO GERAL ..... 5

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 5

**1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA ..... 6**

**1.5 ESTRATÉGIA DE PESQUISA ..... 6**

**1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO ..... 7**

**2 REFERENCIAL TEÓRICO ..... 8**

**2.1 INTRODUÇÃO ..... 9**

**2.2 DE CONCEITOS HISTÓRICOS À NOVA GESTÃO DE PROCESSOS ..... 9**

**2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO ..... 12**

2.3.1 CONCEITUAÇÃO ..... 12

2.3.2 ETAPAS DO PLANEJAMENTO: DIMENSÃO HORIZONTAL ..... 13

2.3.3 DEFINIÇÃO DOS PLANOS: DIMENSÃO VERTICAL ..... 16

2.3.4 PRINCÍPIOS DA LEAN CONSTRUCTION ..... 18

2.3.5 RESPONSÁVEIS PELO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO ..... 24

2.3.6 IMPORTÂNCIA DO ENVOLVIMENTO E COMPROMETIMENTO DA EQUIPE ..... 25

**2.4 O SISTEMA *LAST PLANNER*® ..... 27**

2.4.1 CONCEITUAÇÃO ..... 27

2.4.2 O SISTEMA ..... 29

2.4.2.1 PLANEJAMENTO MESTRE ..... 30

2.4.2.2 PLANEJAMENTO *LOOKAHEAD* ..... 33

2.4.2.3 PLANEJAMENTO DE COMPROMETIMENTO ..... 36

2.4.3 RESUMO DOS PRINCÍPIOS BASICOS INTRODUZIDOS PELO LPS™ ..... 39

**2.5 SOBRE RESTRIÇÕES ..... 40**

2.5.1 DEFINIÇÕES ..... 40

2.5.2 GRUPOS E CAUSAS DE RESTRIÇÕES ..... 42

**3 ABORDAGEM METODOLÓGICA ..... 45**

**3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA ..... 46**
**3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA ..... 46**
**3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E SELEÇÃO DA AMOSTRA ..... 48**
3.3.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO PARA AS ENTREVISTAS ..... 48
3.3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA ..... 50
**3.4 COLETA E ABORDAGEM DOS DADOS ..... 52**
**4 RESULTADOS E DISCUSSÕES ..... 54**
**4.1 ETAPA 1 - SERVIÇOS INICIAIS ..... 57**
4.1.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 1 ..... 66
**4.2 ETAPA 2 - INFRAESTRUTURA E OBRAS COMPLEMENTARES ..... 69**
4.2.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 2 ..... 77
**4.3 ETAPA 3 - SUPRAESTRUTURA ..... 80**
4.3.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 3 ..... 85
**4.4 ETAPA 4 - PAREDES E PAINÉIS ..... 88**
4.4.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 4 ..... 93
**4.5 ETAPA 5 - COBERTURAS E PROTEÇÕES ..... 96**
4.5.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 5 ..... 98
**4.6 ETAPA 6 - REVESTIMENTOS, FORROS, SERRALHERIA E PINTURAS ..... 99**
4.6.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 6 ..... 104
**4.7 ETAPA 7 - PAVIMENTAÇÕES ..... 107**
4.7.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 7 ..... 109
**4.8 ETAPA 8 - INSTALAÇÕES E APARELHOS ..... 111**
4.8.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 8 ..... 116
**4.9 ETAPA 9 - COMPLEMENTAÇÃO DE OBRA ..... 119**
4.9.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 9 ..... 123
**4.10 TOTAL POR GRUPO DE RESTRIÇÕES ABORDADAS ..... 125**
**4.11 OUTRAS ABORDAGENS DOS ENTREVISTADOS ..... 127**
**4.12 ETAPAS COM MAIOR OCORRÊNCIA DE ATRASOS E PRINCIPAIS RESTRIÇÕES ..... 129**

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....131
5.1 PERCEPÇÕES FINAIS DA AUTORA..... 134
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... 136
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....138
7 APÊNDICE .....145
7.1 APÊNDICE A – ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO ..... 145
7.2 APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DOS ENGENHEIROS ..... 148

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As cinco fases da direção horizontal do planejamento.....14
Figura 2 – Produção como um processo de fluxo. Ilustração simplificada.....18
Figura 3 – O Sistema *Last Planner*®.....29
Figura 4 – Planejamento de longo prazo.....32
Figura 5 – Exemplo de modelo de plano de médio prazo *lookahead*.....34
Figura 6 – Planejamento de médio prazo.....36
Figura 7 – Exemplo de modelo de plano de curto prazo.....37
Figura 8 – Planejamento de curto prazo.....39
Figura 9 – Fluxograma de metodologia.....47
Figura 10 – Tempo de atuação dos engenheiros no setor de construção civil.....52
Figura 11 – Fluxograma de referência para entendimento entre a relação causa-efeito de causas, restrições e processos.....56
Figura 12 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 1.....69
Figura 13 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 2.....80
Figura 14 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 3.....88
Figura 15 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 4.....96
Figura 16 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 5.....99
Figura 17 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 6.....107
Figura 18 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 7.....111
Figura 19 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 8.....119
Figura 20 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 9.....125
Figura 21 – Grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros para execução de um edifício.....126
Figura 22 – Etapas de maior ocorrência de atrasos pela percepção dos engenheiros.....129
Figura 23 – Restrições que mais impactam no não cumprimento dos prazos pela percepção dos engenheiros.....130

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégia da pesquisa ..... 6
Tabela 2 – Resumo do roteiro semi-estruturado ..... 49
Tabela 3 – Caracterização dos engenheiros ..... 51
Tabela 4 – Síntese dos resultados da Etapa 1 de Serviços iniciais ..... 67
Tabela 5 – Síntese dos resultados da Etapa 2 de Infraestrutura e obras complementares ..... 78
Tabela 6 – Síntese dos resultados da Etapa 3 de Supraestrutura ..... 86
Tabela 7 – Síntese dos resultados da Etapa 4 de Paredes e painéis ..... 94
Tabela 8 – Síntese dos resultados da Etapa 5 de Coberturas e proteções ..... 98
Tabela 9 – Síntese dos resultados da Etapa 6 de Revestimentos, forros, serralheria e pinturas ..... 105
Tabela 10 – Síntese dos resultados da Etapa 7 de Pavimentações ..... 110
Tabela 11 – Síntese dos resultados da Etapa 8 de Instalações e aparelhos ..... 117
Tabela 12 – Síntese dos resultados da Etapa 9 de Complementação de obra ..... 124
Tabela 13 – Total por grupo de restrições abordadas pelos entrevistados ..... 126

# LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CPM – *Critical Path Method*

IGLC – *International Group of Lean Construction*

JIT – *Just in Time*

LPS™ – *Last Planner*™ System (Sistema *Last Planner*®)

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PPC – Porcentagem de Planejamento Concluído

STP – Sistema Toyota de Produção

TOC – *Theory of Constraints* (Teoria das restrições)

# RESUMO

Um problema crescente no setor de construção civil são os constantes atrasos em obras e os custos extras gerados por esses. A falta de planejamento e controle da produção (PCP) é uma das razões para esse problema. Uma etapa do PCP baseado nos princípios da filosofia *Lean* consiste na análise prévia de restrições, fundamental para redução do grau de incerteza, imprevistos e consequentes atrasos e custos extras gerados por esses. O Sistema *Last Planner*® (LPS™) corrobora a importância dessa análise e está sendo cada vez mais aplicado em projetos de construtoras que possuem um processo de planejamento formal. Esta pesquisa descreve restrições de processos construtivos de etapas de obras a partir das percepções de engenheiros da Grande Vitória - ES. Assim, esta pesquisa é de caráter qualitativo e de natureza descritiva. Identificou-se que as restrições têm origens diversas e relacionam-se principalmente à: processos, mão de obra, projetos, materiais, máquinas e ferramentas, fornecedores, fluxos, produtividade, gestão, planejamento, inovações tecnológicas, questões motivacionais, condições climáticas, entre outros observados durante a pesquisa. Essas restrições são constatadas por grande parte dos engenheiros, porém são negligenciadas em um processo formal de planejamento e gerenciamento. Além disso, existe uma estagnação no que se refere à implantação de novos conceitos e ferramentas de gestão devido a um paradigma cultural de complexa modificação.



**Palavras-chave:** Restrições, Planejamento e controle da produção, Sistema *Last Planner*®, Processos construtivos, Construção enxuta.

## ABSTRACT

A growing problem in the construction industry are project delays and their costs. The lack of Production Planning and Control (PPC) is one of the reasons of this problem. A stage of PCP based on the *Lean* philosophy principles consists in performing a previous analysis of constraints as a way of reducing uncertainly degree, work delay and costs generated by these. The Last Planner System™ (LPS™) confirms the importance of this analysis and is increasingly being applied to projects that have a solid construction planning sector. This research describes constraints constructive processes in stages of construction buildings from the civil engineers perceptions. This research has a qualitative character and a descriptive nature. It was identified that constraints have different origins and relate primarily to: processes, manpower, designs, materials, machinery and equipment, suppliers, fluxes, productivity, management, planning, technological innovations, motivational issues, climatic conditions, among others observed during the survey. These constraints are observed by most engineers, however, constraints are not used in a formal planning and management. Additionally, there are difficulties in the implementation of new management concepts and management tools because of an existent cultural paradigm.



***Keywords:*** *Constraints, Planning and production control, Last planner™ system, Constructive processes, Lean construction.*

# 1 INTRODUÇÃO

*“Nada há como começar para ver como é árduo concluir.”*
*Victor Marie Hugo*

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMÁTICA E MOTIVAÇÃO

A escolha do tema partiu da experiência profissional da autora na área de construção civil, com trabalhos de gestão e controle de processos, elaboração e execução de ferramentas de planejamento.

Ao ingressar no mestrado a autora deste trabalho desejava desenvolver a sua dissertação na área de gestão de processos, sendo esta sua área de atuação e aptidão profissional. A partir de experiência profissional, pode-se constatar que o planejamento não era uma ferramenta considerada essencial para execução dos processos construtivos. O setor de construção tornou-se "rotulado" como um setor de alta geração de desperdícios, retrabalhos e consequentes atrasos, culminando na insatisfação dos clientes em geral. De maneira abrangente, há uma forte estagnação por parte da alta gerência no que diz respeito às inovações nos sistemas de gerenciamento e ferramentas de controle. Porém, tendo em vista o grande número de empresas surgindo no setor construtivo e a evolução dos processos de gerenciamento das grandes empresas, a competitividade tornou-se um fator intrínseco, o que demanda uma forte mudança cultural e valorização de ferramentas de gerenciamento e controle como uma saída para a melhoria de gestão e consequente sobrevivência no setor. A partir desta demanda, os modelos pioneiros do Sistema Toyota de Produção (a consolidação dos princípios da *Lean Construction* – Construção Enxuta) evoluem gradativamente no setor de construção civil como um sistema altamente eficiente de gerenciamento de processos.

A partir da experiência e do conhecimento das teorias e trabalhos sobre o tema, a autora deste trabalho constatou que uma etapa essencial dentro do processo de planejamento é a análise prévia e controle de restrições como atividade primordial para eficácia dos serviços. Apesar de sua importância, tal análise e controle não é uma prática rotineira de grande parte das empresas no atual cenário da construção civil. Surgiu então a motivação para este projeto, cujo objetivo inicial era abordar esta análise e sua importância no processo de planejamento como incentivo à sua prática e consequente melhoria na gestão dos empreendimentos. Ao apresentar a

proposta ao orientador desta pesquisa, decidiu-se ir além, coletando restrições de diferentes processos construtivos de um edifício.

Assim, o primeiro questionamento desta pesquisa referia-se ao tipo de coleta de dados:

- De que maneira seria feita a coleta de restrições dos diferentes processos construtivos?

Resolveu-se que a coleta de restrições seria feita baseando-se nas experiências e percepções[1] dos profissionais responsáveis pela gestão (os engenheiros de obras) a partir de entrevistas com os mesmos – resposta ao primeiro questionamento.

Ao responder o primeiro questionamento, os demais seriam respondidos a partir da execução dos métodos propostos para este projeto:

- Os profissionais entendem o que são e quais são as restrições de processos?
- Qual o grau de dificuldade dessa análise por parte dos envolvidos?
- Quais são as restrições de cada processo construtivo de uma obra?
- Quais as causas dessas restrições?
- Como essas restrições impactam na produção?

As causas (origem) de restrições, bem como o impacto dessas na produção, nem sempre foram mencionadas durante as entrevistas ou eram conhecidas pelos entrevistados. Aquelas que foram abordadas pelos engenheiros estão descritas no Capítulo 4 de resultados e discussões.

## 1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

É sabido que a cultura atual da construção civil necessita ser modificada, no que se refere aos modelos de planejamento. Ainda são poucas as empresas que possuem um setor sólido e eficaz de planejamento, com profissionais que dão credibilidade às ferramentas de planejamento, bem como aos profissionais envolvidos na elaboração destas ferramentas (o “planejador”).

A falta de planejamento nas empresas gera grandes perdas na construção civil. É necessário o constante desenvolvimento de trabalhos relacionados ao tema como

[1] A palavra ‘percepções’ pode ser entendida neste contexto como a maneira e tudo que os profissionais veem, julgam, conceituam e qualificam que inviabiliza e gera atraso à produção.

forma de melhoria de desempenho dos processos construtivos (BERNARDES, 2001). A tendência da economia mundial e o aumento da competitividade entre as empresas faz o mercado consumidor tornar-se cada vez mais exigente quanto à qualidade de seus produtos e serviços. As empresas são forçadas a atentar-se, não somente a este alto grau de exigência, mas também à produtividade e desempenho de suas atividades e serviços (LANTELME, 1994).

De acordo com Sukster (2005), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem um papel fundamental na construção civil para ganhos de qualidade e produtividade e consequente melhoria de desempenho do setor.

Dentro do processo de PCP, tem-se uma etapa fundamental focada na análise de restrições[2]. O Sistema *Last Planner*® (LPS™) proposto por Ballard e Howell (1998), que tem como uma etapa esta análise prévia de restrições, está sendo cada vez mais aplicado em projetos de construtoras que possuem um processo de planejamento formal, como forma de melhorar a eficácia e confiabilidade do mesmo, sendo assim uma estratégia para melhorar o desempenho de projetos (GONZÁLEZ; ALARCÓN; MUNDACA, 2007). Devido à comprovação do sucesso deste sistema, é inerente o incentivo a novas pesquisas e práticas para implementação do LPS™ (BALLARD; HOWELL, 2003).

Ballard (2000) afirma que a maior causa de falhas, e consequentes atrasos, na conclusão das metas do planejamento de curto prazo é a falta de remoção das restrições. Constatando-se a importância desse tema, diversos trabalhos foram desenvolvidos, intensificando as pesquisas e conhecimento sobre restrições, sua eficácia e benefícios gerados ao planejamento de projetos, como se destaca nos trabalhos de Santos (2001), Codinhoto (2003), Machado (2003), Bernardes e Bortolazza (2004), Santos (2004) e Moura (2008). Pesquisas também foram realizadas baseando-se nos conceitos do Sistema *Last Planner*® e relacionando esses conceitos, direta e indiretamente, aos atrasos de construções, objetivando melhores práticas por parte dos agentes responsáveis pela produção e consequente melhoria de desempenho de processos (FIGUEIREDO, 2009; MOURA e FORMOSO, 2009; VIANA *et al.*, 2010; VIANA, 2011; WAMBEKE *et al.*, 2012;

[2] No item 2.5 deste trabalho são descritas algumas definições de “restrições” e termos semelhantes conforme alguns autores da área. Para este trabalho, a autora considera “restrições” como sendo qualquer coisa, de qualquer gênero, que possa inviabilizar a execução de uma determinada atividade dentro do seu prazo previsto, sejam essas restrições de origem gerencial, física, financeira, informativa, processual, etc.

FERNANDEZ-SOLIS *et al.*, 2013). Outras pesquisas abordam ferramentas e metodologias de gerenciamento e planejamento, aumentando a confiabilidade dos planos de trabalho, como se demonstra nos trabalhos de Finke (1998), Choo *et al.* (1999), Chua e Shen (2001), Codinhoto *et al.* (2003), Villas-Bôas (2004), Bortolazza (2006), Bulhões (2009), Hamzeh (2011) e Kerosuo *et al*. (2012).

Descrevendo ainda sobre incentivo à implementação dessas ferramentas, cabe salientar que a postura do profissional é extremamente importante na gestão de um empreendimento. De acordo com um estudo desenvolvido por Bressiani *et al.* (2003) sobre o comportamento dos engenheiros de obra em relação aos princípios da *Lean Construction* (Construção Enxuta) avaliou-se que os engenheiros, em geral, não buscam conhecer seu desempenho e não valorizam a troca de informações para aprender melhores práticas gerenciais. A partir do estudo teórico de trabalhos relacionados ao tema, não foram detectados estudos com uma análise formal de restrições de processos construtivos de edifícios, baseada na visão dos profissionais de nível gerencial e estratégico (engenheiros de obras).

Face ao mencionado e a relevância do assunto, a pesquisa descreve restrições de processos construtivos de edifícios a partir das percepções de engenheiros de obras, de forma a corroborar a importância de conhecer e analisar previamente estas restrições e correlacionar a falta desta análise com os atrasos e custos adicionais gerados nos empreendimentos de construção civil.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GERAL

Descrever restrições nos diferentes processos construtivos de edifícios, a partir das percepções de engenheiros de obras.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Realizar pesquisa bibliográfica de forma a ter embasamento teórico para delinear a pesquisa e agrupar as restrições em grupos principais, facilitando as

entrevistas com os engenheiros e a descrição dos resultados;

- Descrever, a partir das abordagens dos engenheiros, algumas causas (origem) de restrições e impactos na produção quando essas não são identificadas e/ou removidas;
- Descrever qual restrição (ou restrições) que mais impacta (ou impactam) no não cumprimento dos prazos, pelas percepções dos engenheiros;
- Descrever qual etapa com maior ocorrência de atrasos devido à falta de análise de restrições, pelas percepções dos engenheiros;
- Concluir qual é o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros.

## 1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa tem a seguinte limitação que impede generalizações:

- A pesquisa foi feita unicamente para construções na forma de edifícios residenciais e comerciais.

## 1.5 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A pesquisa foi dividida em duas fases, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Estratégia da pesquisa

| **Estratégia da pesquisa** | |
|---|---|
| **Etapa 1 - Pesquisa bibliográfica** | **Etapa 2 - Metodologia** |
| Sistema Toyota de Produção | Definição de amostra |
| Planejamento e controle da produção | Definição de instrumentos de coleta de dados |
| Lean construction | Aplicação dos instrumentos de coleta de dados |
| Sistema Last Planner ® | Tabulação de dados |
| Restrições | Resultados e análise dos resultados |
| Análise de restrições | Conclusões |

Fonte: Elaborado pela autora

Na Etapa 1, foi realizada pesquisa bibliográfica para embasamento teórico, concepção do projeto e delineamento do desenvolvimento da pesquisa.

Na Etapa 2, desenvolveu-se a metodologia, definindo-se a amostra e quantidade da mesma para o estudo (engenheiros de obras), definindo-se os instrumentos de coleta de dados (entrevistas e roteiro semi-estruturado), aplicando-se os instrumentos propostos, tabulando e analisando os dados coletados para conclusão da pesquisa.

## 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho foi estruturado em seis capítulos.

No capítulo 1 descreve-se a apresentação da pesquisa, os objetivos, a justificativa pela escolha do tema, as limitações, a estratégia de pesquisa e a estrutura da dissertação.

No capítulo 2 descreve-se o referencial teórico, com introdução de conhecimentos fundamentais sobre o tema, teoria sobre planejamento e controle da produção, conceituação do Sistema *Last Planner*® e restrições, foco principal desta pesquisa.

No capítulo 3 descreve-se a metodologia utilizada, incluindo a classificação da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.

No capítulo 4 descrevem-se os resultados e discussões a partir dos dados coletados, além de uma síntese (em forma de tabelas) destes resultados.

No capítulo 5 descrevem-se as considerações finais e conclusões a partir dos resultados obtidos, bem como sugestões para trabalhos futuros.

Após descrição dos capítulos, constam as referências desta pesquisa e os apêndices, incluindo os instrumentos de coleta de dados.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

*“Toda teoria só é boa na condição de que, utilizando-a, se vá mais além.”*
*André Gide*

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são descritos os principais aspectos relacionados com o tema proposto nesta pesquisa. Introdutoriamente fez-se um breve histórico de como surgiu os princípios da nova filosofia enxuta de gestão de processos, através do sistema Toyota de Produção. Posteriormente, foram descritos os principais conceitos sobre Planejamento e Controle da Produção, suas etapas e planos principais, bem como sobre o conceito do Sistema *Last Planner*® e a análise de restrições, foco principal deste trabalho.

Realizou-se a pesquisa bibliográfica buscando fontes em forma de artigos, dissertações e teses nacionais e internacionais sobre o tema proposto. Também se utilizou fontes em *sites* da *internet*. A escrita do referencial teórico tem como objetivo embasamento para delineamento da pesquisa. Mesmo que resumidamente, o objetivo foi abordar um panorama atual de conceitos e autores relacionados ao tema em questão.

## 2.2 DE CONCEITOS HISTÓRICOS À NOVA GESTÃO DE PROCESSOS

De acordo com Limmer (2008), o homem tem uma relação natural com a pedra desde os primórdios da civilização. Dessa fase da pedra, revelaram-se incríveis obras como os templos de Stonehenge e as Pirâmides do Egito, feitas artesanalmente e informalmente, pois não há registros históricos que relatam projetos conceituais ou de engenharia básica para construção de tais obras. Não havia qualquer controle de mão de obra, materiais e consumos, o que indica a falta de qualquer meio de planejamento e controle. Também não havia qualquer garantia de cumprimento de prazos.

Essa herança informal perdura-se até os dias de hoje, onde as obras habitacionais são executadas artesanalmente, por instinto, sem um planejamento formal e sem estabelecimento prévio de garantia de prazo e, muito menos, de custos. Tal fato,

não ocorre com obras de grande porte e industriais, onde há estudos de viabilidade e uma série de requisitos de projetos executivos e detalhados que devem ser cumpridos para iniciar a efetiva execução de um projeto propriamente dito (projeto, neste caso, refere-se à obra em si). Todas as fases, desde o estudo de viabilidade à execução de projetos executivos, são feitos de maneira integrada com todos os envolvidos nos processos e setores (LIMMER, 2008).

Essa situação está ligada ao desenvolvimento da gestão de produção, desde a Primeira Revolução Industrial, no século XVIII, seguido pela Segunda Revolução Industrial no início do século XIX, até a efetivação dos conceitos de administração científica por Frederick Taylor (MOURA, 2008).

No início do século XX uma nova filosofia de produção revolucionou os sistemas de produção. Consolidou-se o *Fordismo* de Henry Ford e sua produção em massa. Henry Ford fundou a *Ford Motor Company*, onde revolucionou a estratégia comercial da época produzindo um modelo de carro padronizado e barato, com mínimas necessidades de manutenção e cuidado. A partir de 1912, Ford cria o conceito de produção em massa e linhas de montagem em movimento contínuo, produzindo um carro a menos de 100 minutos, gerando uma produção de 800 carros por dia (CHIAVENATO, 1993).

Os conceitos de produção em massa começaram a ser confrontados a partir de uma nova filosofia de produção originada no Japão durante o período pós-guerra. A *Toyota Motor Company*, tendo a frente o lendário Taiichi Ohno, criou o Sistema Toyota de Produção – STP. O STP, assim como o Sistema Ford, baseia-se no sistema de fluxo de trabalho. A diferença entre esses sistemas de produção é que enquanto o Sistema Ford trabalha produzindo grandes lotes de uma única peça, o STP trabalha com a premissa de eliminar a superprodução, produzindo pequenos lotes e trocas rápidas de ferramentas. Assim, Ohno criou um novo conceito de produção denominado *Just in time (JIT)*, onde objetivava o aumento da eficiência de processos e redução de desperdícios. A Toyota passou a fornecer produtos a partir de uma demanda, contrapondo a ideia de produção em massa. Dentro da linha do tempo entre o pedido do cliente até a entrega do produto e pagamento, removem-se os desperdícios sem valor agregado (OHNO, 1997).

O Sistema Toyota de Produção evoluiu a partir da necessidade, e “a necessidade é a mãe da invenção” (OHNO, 1997, p. 34). A indústria automotiva japonesa viveu

momentos difíceis durante reabilitação do pós-guerra. Mas Toyoda Kiichiro, pai de produção de carros no Japão, defendia a ideia de equiparar com os Estados Unidos em apenas três anos após a guerra. Essa se tornou a meta da Toyota e, por ser clara, as atividades de produção tornaram-se focadas e vigorosas (OHNO, 1997).

Há várias expressões relacionadas a esse novo conceito de produção do STP. Entre elas, enfatiza-se neste trabalho a "Produção Enxuta" (*Lean Production*), diametralmente oposta à produção em massa, e descrita por Womack e outros (1992, p. 3), em seu livro intitulado "A Máquina que Mudou o Mundo":

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

De acordo com Womack e Jones (2004), a partir dos conceitos de mentalidade enxuta introduzidos pela Toyota, vários outros setores da economia mundial seguiram uma trajetória balística, aumentando suas vendas e valores tendo por base a nova mentalidade enxuta em seus modelos de negócios.

Na construção civil, esse conceito passou a ser disseminado a partir de Koskela (1992). Em seu trabalho, Koskela enfatiza o desenvolvimento da gestão de processos voltado à nova filosofia de produção, ao invés de novas tecnologias. Além disto, enfatiza também a importância e o desenvolvimento de estudo de teorias e princípios básicos por profissionais da área e meios acadêmicos e a aplicação destas teorias e princípios nos processos, ao invés da prática e experiência adquiridas pelos profissionais. No Brasil, destacam-se os trabalhos de Mendes Jr. (1999) que propôs a aplicação de um processo de planejamento e controle da produção baseada em conceitos de hierarquização, sendo essa proposta implementada dois anos depois, com o trabalho de Bernardes (2001).

A partir dos conceitos inicialmente desenvolvidos por Koskela para o setor construtivo, outros profissionais e pesquisadores começaram a desenvolver estudos baseando-se na filosofia *Lean*. Dentre estes estudos, destacam-se os trabalhos realizados pelo *International Group of Lean Construction* (IGLC), um grupo internacional formado por profissionais e pesquisadores da área, que focam a

aplicação de conceitos, teorias e práticas no setor de construção civil (HOWELL, apud BERNARDES, 2001).

Os conceitos da produção enxuta tendem à constante evolução e consolidam-se atualmente como a nova filosofia de gestão de processos.

## 2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

> A necessidade de planejamento empresarial é tão óbvia e tão grande, que é difícil para qualquer pessoa se opor a ela. Porém, é ainda mais difícil tornar tal planejamento útil. Planejamento é uma das atividades intelectuais mais complexas e difíceis nas quais um homem pode se envolver. Não fazê-lo bem não é um pecado, mas contentar-se em fazê-lo pior do que seria possível, é imperdoável (ACKOFF, 1981, p. 1).

### 2.3.1 CONCEITUAÇÃO

Várias são as definições de planejamento.

Planejamento é um futuro desejado, tomada de decisão antecipada, seguido de meios e medidas eficazes para alcançá-lo (ACKOFF, 1981; SCHERMERHORN, 1999; TERENCE, 2002; ALMEIDA JUNIOR, 2009).

Mintzberg (1994, p. 15-16) descreve que:

> Para muitos de seus escritores, o planejamento se tornou não apenas uma abordagem para administrar o futuro da organização, mas a única concebível [...]. Em um legado - e uma frase - herdado de Frederick Taylor, que desenvolveu a prática inicial de “administração científica”, e a aprimorou por meio século de abordagens cada vez mais racionalistas de administração, o planejamento se consagrou como ‘a melhor maneira’.

Segundo Tommelein e Ballard (1997, apud AKKARI, 2003), o planejamento consiste na identificação de atividades e, em seguida, seleção e ordenamento das mesmas para que possam ser executadas da forma mais eficiente.

Não haverá, em nenhum projeto, um planejamento eficiente se não há um controle eficiente dos processos. Laufer e Tucker (1987, apud MOURA, 2008) afirmam que o processo de controle visa assegurar que o curso da ação seja mantido e que as metas sejam alcançadas, envolvendo a medição e a avaliação do desempenho, juntamente com a realização de ações corretivas, quando o desempenho é considerado inadequado.

Portanto, para este trabalho, a melhor definição pesquisada para descrever o planejamento foi feita por Formoso (1991), no qual considera o controle parte inerente do processo de planejamento. Formoso define o planejamento como “o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle” (FORMOSO, apud BERNARDES, 2003, p 10).

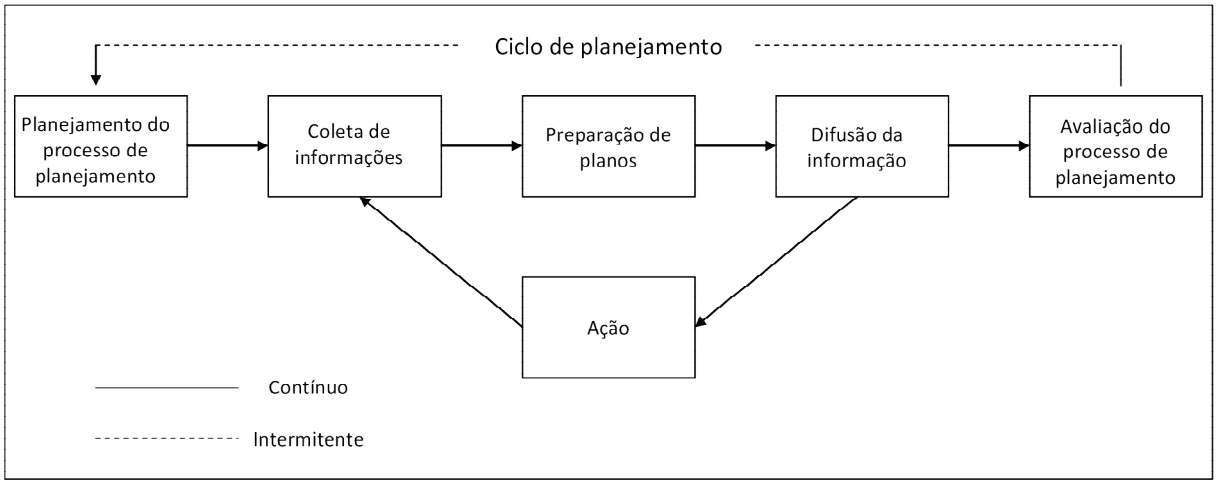
### 2.3.2 ETAPAS DO PLANEJAMENTO: DIMENSÃO HORIZONTAL

De acordo com Laufer e Taufer (apud BERNARDES, 2003) existem duas dimensões básicas para representar o processo de planejamento e controle da produção: a horizontal e a vertical. A dimensão horizontal refere-se basicamente às etapas de elaboração e execução do planejamento e controle da produção. Na dimensão vertical, definem-se os planos de trabalho e assim, a vinculação dos níveis gerenciais do processo com cada plano.

Na dimensão horizontal, Laufer e Tucker (apud BERNARDES, 2003), mostram que existem cinco fases do ciclo de planejamento e controle da produção (Figura 1):

- Planejamento do processo de planejamento;
- Coleta de informações;
- Preparação de planos;
- Difusão de informações;
- Avaliação do processo de planejamento.

Figura 1 - As cinco fases da dimensão horizontal do planejamento




Fonte: LAUFER e TUCKER, (1987) apud BERNARDES (2003), p. 11

Na etapa 1 (Planejamento do processo de planejamento) as decisões são tomadas visando o horizonte do planejamento, seus detalhes e frequência de replanejamento, além das técnicas de controle que serão executadas. São analisadas todas as etapas executivas e peculiaridades da construção para que sejam traçadas metas e estratégias de execução (BERNARDES, 2003).

Na etapa 2 (Coleta de informações) são analisadas todas as informações pertinentes da construção e possíveis gargalos de execução. Dentre as informações coletadas da construção, podem-se mencionar contratos, plantas, especificações técnicas, condições de canteiro e ambientais, tecnologias construtivas, viabilidade de terceirização de processos, equipamentos e metas da alta gerência (BERNARDES, 2003). De acordo com Laufer e Howell (1993, apud BERNARDES, 2003), essa fase tem como objetivo a redução de incertezas, onde se devem selecionar informações necessárias à execução do processo produtivo. Essas informações, por serem necessárias, não podem deixar de serem consideradas restrições, foco principal deste trabalho.

Na etapa seguinte (Preparação dos planos) são utilizadas técnicas para registro e acompanhamento das atividades. Utilizam-se técnicas como Linhas de Balanço e planilhas eletrônicas diversas, além de técnicas de rede como o Método do Caminho Crítico (*Critical Path Method* – CPM).

Segundo Bernardes (2003), a etapa de preparação de planos recebe maior atenção por parte dos responsáveis pelo planejamento dos empreendimentos das empresas de construção. Nessa etapa, serão colocadas no papel todas as atividades e estratégias elaboradas e traçadas para a execução da obra.

A etapa 4 (difusão de informação) é de extrema importância no processo. É a etapa de comunicação das metas da empresa a todos os envolvidos no processo e no empreedimento. Silva (2010) ressalta que, durante a difusão de metas com os planos de trabalho, devem-se levar em consideração os diferentes níveis de escolaridade existentes no setor de construção civil.

Na etapa 5 e última é avaliado todo o processo de planejamento. Pode ocorrer ao término da construção, ou durante a própria execução caso haja mudanças substanciais nas metas estabelecidas nos planos (LAUFER e TUCKER, apud BERNARDES, 2003). São utilizados indicadores de desempenho globais para análise desta etapa. Silva (2010) ressalta que deve conter nos relatórios de avaliação as lições aprendidas que se obteve durante execução da construção, para que o conhecimento adquirido seja utilizado em novos empreendimentos.

Assim, analisando a figura 1, a etapa de coleta de informações ocorre mais de uma vez no processo, retroalimentando a etapa de preparação de planos, onde serão replanejados os recursos e atividades através de planos de ações. Novos planos são elaborados e novamente difundidos (etapa 4) para que sejam cumpridas as metas propostas.

As etapas 1 e 5 são de caráter intermitente, ou seja, elas podem ocorrer durante qualquer fase da construção. Já as etapas 2, 3 e 4 fazem parte de um ciclo contínuo. Ou seja, uma começa quando finaliza a outra.

De maneira geral, atualmente nas empresas de construção as etapas 1 e 5 não existem dentro deste processo, e as demais etapas são feitas de forma deficiente (LAUFER e TUCKER, apud BERNARDES, 2003). Os planos são feitos de maneira informal e desordenada, muitas vezes sem comprometimento e por pessoas que desprovêm de conhecimento específico na área, somente para cumprimento de requisitos contratuais ou simplesmente para atendimento do sistema de qualidade da empresa.

Limmer (2008) enfatiza que os fracassos do planejamento ocorrem devido aos seguintes problemas:

- Falta de planos formais;
- Desistência prematura do plano elaborado;
- Falta de credibilidade no plano;
- Plano elaborado para atendimento ao cliente;
- Visão de curto prazo do gerente;
- Visão limitada do gerente;
- Modismo.

Dentre os problemas descritos, pode-se observar a importância da credibilidade e mudança cultural dentro do processo.

### 2.3.3 DEFINIÇÃO DOS PLANOS: DIMENSÃO VERTICAL

De acordo com Formoso (1991), em construções de médio e grande porte, a gestão da obra é realizada por diferentes pessoas, em diferentes estágios de produção, cada uma com sua maneira e especificidade de resolver os problemas e conduzir a gestão dos processos. Assim, os diferentes níveis do processo de gestão e a maneira como são conduzidos os processos definem uma dimensão vertical para o processo de planejamento.

Laufer e Tucker (1987, apud FORMOSO, 1991) mencionam que existem três níveis de gestão: alta, média e baixa. A alta gestão envolve principalmente a definição dos objetivos do projeto. A média gestão envolve a seleção de recursos para que os objetivos do projeto sejam alcançados. E finalmente, a baixa gestão atua como suporte para a média gestão, no que diz respeito à seleção e elaboração de soluções para os problemas inerentes ao processo.

Cada nível de gestão exige um plano diferente, com diferentes níveis de detalhes. Os planos com alto grau de detalhe demandam muito tempo para atualização dos mesmos, o que os tornam ineficientes para influenciar nas decisões tomadas à curto prazo. Além disto, planos muito detalhados podem gerar um processo de planejamento muito caro e demorado. Em contrapartida, se os planos são

elaborados sem os detalhes necessários, podem não cumprir suas funções de execução, coordenação e controle, uma vez que se perde o necessário vínculo entre as atividades, podendo ocorrer desvios significativos no projeto (FORMOSO, 1991).

Planos muito detalhados podem ser prejudicados pelo alto grau de incerteza inerente ao ambiente de construção. No ambiente construtivo, por tratar-se de um ambiente imprevisível, podem ocorrer mudanças que interrompem os planos originais, gerando constantes modificações nos mesmos (FORMOSO, 1991). Essas constantes modificações induzem à falhas, o que acaba levando à falta de credibilidade ao processo de planejamento pelos envolvidos no processo de gestão. Essa afirmação é importante no sentido de ressaltar como a prática de análise de restrições pelos envolvidos diretamente na gestão dos processos é de fundamental importância.

De acordo com Tommelein (1998), a produção enxuta trabalha com produção “puxada”. À medida que as incertezas vão aparecendo durante a execução do projeto, o planejamento é ajustado de uma forma que o trabalho de campo não seja prejudicado e continue sendo executado de forma eficiente.

De acordo com Shapira e Laufer (1993, apud BERNARDES, 2003) na dimensão vertical existem três níveis hierárquicos de planejamento: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico define-se o escopo e as metas que deverão ser alcançadas ao longo do empreendimento. Portanto, esse nível está relacionado a um planejamento de longo prazo de execução.

No nível tático analisam-se quais os meios e as restrições para que as metas sejam alcançadas (BERNARDES, 2003). Esse nível está relacionado a um planejamento de médio prazo de execução, no qual as restrições vão sendo analisadas anteriormente a cada etapa do processo construtivo.

No nível operacional, considera-se as ações a serem tomadas à curto prazo de execução, ou seja, na iminência de execução de uma determinada atividade.

Dessa forma, podemos resumir o processo de planejamento em três planos de trabalho: longo prazo, médio prazo e curto prazo.

No item 4.2.3 estão descritos e conceituados os três planos de trabalho como Planejamento Mestre (Plano de Longo Prazo), Planejamento *Lookahead* (Plano de

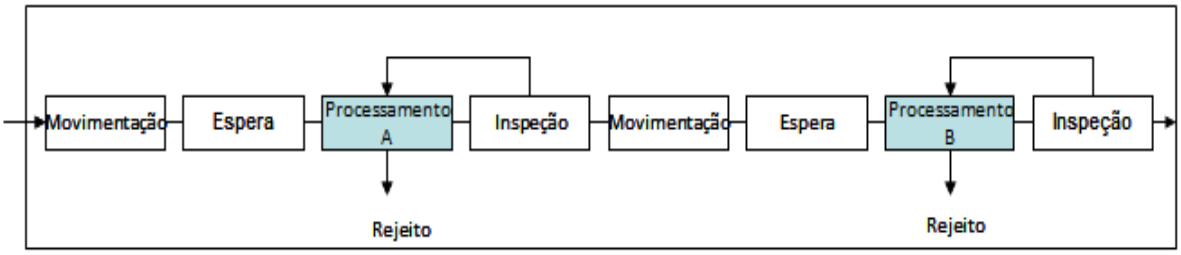
Médio Prazo) e Planejamento de Comprometimento (Plano de Curto Prazo), de acordo com a conceituação do Sistema *Last Planner*®.

### 2.3.4 PRINCÍPIOS DA *LEAN CONSTRUCTION*

Koskela (1992) afirma que o novo conceito de gestão baseado na filosofia *Lean* é uma generalização e síntese de diferentes modelos sugeridos em vários setores produtivos. Define o novo modelo da seguinte forma, conforme demonstra o ciclo de produção na figura 2:

- A produção resume-se em um fluxo de material e/ou informações até chegar à finalização do produto final. Nesse fluxo, o material passa por etapas de processamento (conversão), inspeção, movimentação e espera.
- O processamento representa o processo de conversão da produção. Já as etapas de inspeção, movimentação e espera, representam o aspecto do fluxo da produção.

Figura 2 - Produção como um processo de fluxo. Ilustração simplificada




Fonte: KOSKELA, 1992, p. 15

Em resumo, a nova concepção implica uma visão dupla da produção: conversão e fluxo. O sucesso global da produção atribui-se tanto à eficiência das atividades de conversão realizadas (nível de tecnologia, habilidade, motivação, etc.) quanto à eficiência de tempo do fluxo destas atividades (KOSKELA, 1992).

Assim as atividades de fluxo de produção (inspeção, movimentação e espera) geram custo e tempo, não agregando valor ao produto final. Já as atividades de processamento, agregam valor ao produto final. Deve-se focar na redução ou eliminação das atividades de fluxo (inspeção, movimentação e espera), e no

aumento da eficiência das atividades de conversão (processamento) (KOSKELA, 1992).

Para que isso ocorra, devem-se seguir os seguintes princípios propostos pela filosofia *Lean*:

1. **Redução das atividades que não agregam valor**

De acordo com Santos (apud BERNARDES, 2003, p. 25):

> O processo de planejamento e controle da produção facilita a implementação desse princípio na medida em que se busca reduzir atividades de movimentação, inspeção e espera, bem como aquelas que consomem tempo, mas não agregam valor ao cliente final. Dessa forma, o estudo e elaboração do arranjo físico do canteiro que minimizem distâncias entre os locais de descarga de materiais e seu respectivo local de aplicação podem reduzir a parcela das atividades de movimentação.

Segundo Bernardes (2003) para determinar as zonas de fluxos de produção de materiais e mão de obra, pode-se realizar no *layout* de canteiro uma simulação da movimentação de materiais e mão de obra, bem como locação de equipes de produção. Fazendo essa análise preliminar, distribuem-se as atividades no plano de longo prazo, de maneira a facilitar a redução de zonas de fluxos.

2. **Aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente**

Segundo Koskela (1992) o produto final é gerado cumprindo os requisitos do cliente. Existem dois tipos de cliente: o cliente interno (próximos às atividades executoras) e o cliente externo (voltado ao produto final). Em muitos processos do modelo de gestão tradicional, muitos clientes nem são identificados, e suas exigências não são expostas. O que gera um possível retrabalho posterior, visto que suas exeigências são desconhecidas, gerando também maior custo ao empreendimento. Para Koskela (1992), a prática desse princípio resume-se na realização sistemática onde para cada etapa, são analisados os requisitos do cliente, deixando-os claros, não dando abertura para futuros retrabalhos, reforçando dessa forma à transparência dos processos e, consequentemente, a melhoria contínua desses.

Bernardes (2003) afirma também que, dessa forma, pode-se passar maior confiabilidade para o cliente, demonstrando preocupação com o prazo de entrega da obra e organização da empresa.

### 3. Redução da variabilidade

De acordo com Koskela (1992), existem duas razões para redução da variabilidade de processos: primeiro, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é sempre melhor; segundo, a variabilidade em relação ao tempo de execução de um determinado serviço aumenta a parcela de atividades que não agregam valor. Assim, deve-se ter intrinsicamente o objetivo de redução da variabilidade dentro dos processos.

Uma alternativa para redução de variabilidade é padronizar as atividades através de procedimentos-padrões. Hoje, em muitas empresas, já existem manuais de procedimento de atividades, onde cada colaborador contratado passa por um treinamento, de acordo com sua função, para redução de variabilidade de processos.

### 4. Redução do tempo de ciclo

Koskela (1992) afirma que existem duas vertentes para a redução do tempo de ciclo:

- Do ponto de vista de controle, resulta em menores ciclos de detecção e correção de desvios;
- Do ponto de vista do planejamento, ciclos menores possibilitam implementações mais rápidas para inovações de processos.

A redução do tempo de ciclo dos processos gera menor tendência às falhas, além de reduzir a formação de atividades que não agregam valor.

### 5. Simplificação pela minimização do número de passos, partes e ligações

Bernardes (2003) afirma que à medida que um determinado serviço possui uma grande quantidade do número de passos e partes atrelados ao processo, as atividades de movimentação e inspeção também aumentam.

Atividades que são executadas repetidas vezes durante o processo podem ter seus prazos de execução reduzidos através de inovações. Além disso, algumas atividades podem utilizar determinadas tecnologias fazendo com que as atividades fiquem atreladas a outros serviços, podendo aumentar o tempo de atividades de movimentação, inspeção e espera.

Algumas alternativas para a minimização dos passos, partes e ligações de um determinado serviço (KOSKELA, 1992):

- Utilização de elementos pré-fabricados;
- Utilização de serviços independentes;
- Uso de mão de obra polivalente;
- Uso de tecnologias de forma otimizar e agilizar os serviços.

### 6. Aumento da flexibilidade de saída

De acordo com Bernardes (2003), a produção deve ser suficientemente flexível de forma a reduzir os efeitos da incerteza, inerente no processo.

Stalk e Hout (1990, apud KOSKELA, 1992) sugerem as seguintes práticas para maior flexibilidade:

- Redução dos tamanhos dos lotes, para atendimento da demanda;
- Redução dos passos e mudanças;
- Executar as atividades de forma a atender as personalizações do cliente o mais tarde possível;
- Uso de mão de obra polivalente.

### 7. Aumento da transparência do processo

Quanto maior o número de pessoas visualizando o processo executivo de uma determinada atividade, menor a possibilidade de ocorrência de falhas. Além disso, abre-se margem para discussões entre diversos grupos de funcionários, identificando meios alternativos para execução de determinada atividade e mitigação de possíveis riscos inerentes.

Além disso, as tarefas tornam-se mais eficientes uma vez que os funcionários têm acesso às informações necessárias para a execução das mesmas (GREIF, 1991, apud BERNARDES, 2003).

> Uma forma de se aumentar a transparência do processo de planejamento e controle da produção é com a utilização de plantas ou esboços durante a discussão das metas, de maneira a facilitar a compreensão por parte das equipes de produção. Nesse caso, a discussão pode ser interpretada, inclusive, como um meio potencial para troca de ideias sobre possíveis melhorias relacionadas aos processos que estão sendo executados ou os que ainda serão executados. (BERNARDES, 2003, p. 29)

### 8. Foco no controle de todo o processo

De acordo com o modelo de gestão tradicional, ocorrem perdas durante os processos pois o funcionário tende a fazer o melhor trabalho dentro do seu nível de gerência, o que acaba focalizando o processo em partes, e não como um todo. De acordo com o novo processo de gestão, deve-se medir o processo como um todo, além de designar uma autoridade para acompanhar o processo em sua plenitude (KOSKELA, 1992).

No caso de utilização de mão de obra terceirizada, pode-se designar um coordenador para cara equipe de serviços terceirizados. Esse coordenador deve participar das reuniões semanais de metas com o objetivo de formar equipes ordenadas e com foco no empreendimento que estará atuando.

### 9. Melhoria contínua no processo

O processo de PCP é um grande desafio, no que tange à implementação do sistema no setor contrutivo. A melhoria contínua do processo de gestão vai além de sua necessidade de avaliação de desempenho: é um grande desafio cultural.

Poucas são as empresas que procuram restrições e causas usuais em seus processos, de maneira a removê-las para a não ocorrência de atrasos em obras futuras. Portanto, o primeiro passo é estabelecer uma responsabilidade e comprometimento no primeiro nível gerencial, para que, dessa forma, consiga passar credibilidade e confiabilidade para os demais níveis organizacionais.

Algumas maneiras de promover a melhoria contínua de processos são (KOSKELA, 1992):

- Estabelecer recompensas para as equipes de trabalho que demonstrarem comprometimento e atingimento de metas pré-estabelecidas;
- Designar um responsável por cada equipe de trabalho, para que o mesmo motive toda a equipe, demonstrando que o comprometimento e a responsabilidade será um bem comum à equipe;
- Desafiar a criação de boas práticas como hipóteses de inovações aos procedimentos-padrões, mostrando ao funcionário o quanto essas ações serão importantes não somente para o crescimento da empresa, mas para o seu crescimento e conceituação profissional nessa;
- Promover o monitoramento e medição constantes, definindo ações corretivas para eliminação das restrições.

## 10. Equilíbrio da melhoria de fluxos com a melhoria de conversões

Koskela (1992) afirma que, como regra geral:

- Quanto mais complexo for o processo de produção, maior será o impacto nesse processo quando houver melhoria nos fluxos;
- Quanto maior o surgimento de perdas e desperdício no processo de produção é mais rentável que haja uma melhoria de fluxos, comparando-se à melhoria de conversão.

Como os fluxos têm sido negligenciados por décadas, o potencial de melhoria de fluxos é maior do que o de melhoria de conversões. Pode-se atribuir um investimento menor para a melhoria de fluxos, porém com uma demanda de tempo maior do que para a melhoria de conversões. Entretanto, as melhorias de processos

de conversão são mais vantajosas, uma vez que seus efeitos são imediatos quando existem perdas devido à tecnologia utilizada no processo (KOSKELA, 1992).

Bernardes (2003, p. 30) ressalta que “este princípio deve ser obervado durante a etapa de projeto do empreendimento, bem como ao longo da formulação da estratégia de ataque à obra, como forma de facilitar a sua implementação”.

### 11. “Benchmarking”

“O *“Benchmarking”* consiste em um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico de produção.” (ISATTO *et al.,* 2000, apud BERNARDES, 2003, p. 30).

De acondo com Camp (1989, apud KOSKELA, 1992), os passos básicos do “*benchmarking*” são:

- Conhecer os processos e avaliar os pontos fracos e fortes dos subprocessos;
- Conhecer os líderes das indústrias e concorrentes;
- Encontrar, compreender e comparar as melhores práticas, incorporando-as nos subprocessos da empresa;
- Promover melhoria contínua e hegemonia através da combinação de forças existentes na empresa e as melhores práticas externas.

## 2.3.5 RESPONSÁVEIS PELO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Quem é o planejador? Qual é a sua função?

Essas perguntas não foram definidas e muito menos estudadas de forma sistemática. Mintzberg (1994) descreve que a pessoa que recebe esse título de planejador são pessoas com tempo disponível para se preocupar com o futuro da organização, mas sem responsabilidade operacional. Afirma que a função do planejador é de apoio, sendo um “facilitador”, ficando o planejamento estratégico como função dos gerentes de linha.

Essa linha de pensamento perdura-se por anos, fermentando a atual situação da falta de credibilidade ao planejamento e à figura do planejador. É fato que os gerentes de obra, devido às suas atribuições e ao tempo gasto emitindo e recebendo informações, não possuem tempo para elaboração do planejamento, necessitando de um especialista para dedicação exclusiva à elaboração e controle desse planejamento.

Bernardes (1996, apud SANTOS *et al.*, 2009) descreve que em muitas empresas de grande porte onde há um departamento de planejamento, esse departamento assume um papel restrito, não interagindo com os tomadores de decisões.

Cabe ao planejamento e a figura do planejador, seja esse quem for, o poder de criar a melhor estratégia para a construção, gerenciando e controlando essa estratégia em busca da meta pré-estabelecida, incluindo em seu trabalho todos os envolvidos no processo. Não há como traçar estratégias para o cumprimento de metas sem ouvir quem irá ficar à frente dessas.

Para essa função é ideal que a pessoa responsável pelo planejamento tenha experiência na área de produção, para conseguir filtrar e estabelecer as melhores estratégias dentro do contexto do empreendimento proposto. Esse requisito não é comumente atendido nas empresas, geralmente deixando a função de planejamento para um recém-formado na profissão, ou para uma pessoa sem experiência “de campo”. Esse fato também contribui para a falta de credibilidade dessa função, visto que os profissionais “com experiência” não levam em consideração as opiniões desse “recém-formado” planejador, levando-o à desmotivação.

Todos os envolvidos no projeto, direta e indiretamente, devem contribuir (dentro do entendimento e da função de cada um), para que todos entendam o processo como um todo. Dessa maneira, após colher todas as informações de cada setor e responsável envolvido, as metas e as estratégias de projeto devem ser repassadas, para que todos saibam o caminho que está sendo traçado e caminhem em um mesmo sentido e direção.

### 2.3.6 IMPORTÂNCIA DO ENVOLVIMENTO E COMPROMETIMENTO DA EQUIPE

Em qualquer setor coorporativo (e em qualquer lugar onde haja mais de duas pessoas em convívio), não há como todos os membros da corporação agirem da

mesma forma e terem as mesmas opiniões. Cada colaborador, dentro dos propósitos de cada empresa, trabalha em sua função à sua maneira. Tal fato é muito sutilmente observado em funções de nível operacional, e mais fortemente perceptível em funções de nível estratégico.

Sendo assim, dentro dos diferentes níveis hierárquicos de uma organização, a insatisfação e a não concordância em relação às opiniões e ações tomadas pelos níveis mais altos de gerência são fatos frequentes.

Mintzberg (1994) sintetiza o planejamento como “coordenação”. Porém Wildavsky (1973, apud MINTZBERG, 1994) afirma que quando um determinado membro da equipe discorda dos demais, esse membro só pode ser coordenado dizendo-o o que fazer e fazendo-o. Dessa forma, o grande desafio de coordenar equipes é conseguir com que os outros façam coisas que não querem fazer. Esse é um grande desafio dentro do processo.

Não há como superar esse desafio sem que haja motivação das equipes para o comprometimento e envolvimento no processo. Esse é outro desafio ainda maior, principalmente em relação aos profissionais que não dão credibilidade para o sistema de gerenciamento proposto. Mesmo àqueles que acreditam no sistema, devem ter motivação para trabalhar de maneira proativa. A melhor forma de motivar os “descrentes” é mostrando-os resultados positivos, fazendo-os crer que seus esforços não serão em vão, e que serão recompensados por isso de alguma maneira.

Não basta dizer que algo é verdade se não houver um argumento teórico e prático que a justifique. Assim, cabe mencionar a importância da compreensão teórica do novo modelo de gestão por todos os envolvidos no processo, para obter resultados práticos satisfatórios.

## 2.4 O SISTEMA *LAST PLANNER*®

### 2.4.1 CONCEITUAÇÃO

Uma maneira eficaz de melhorar a produtividade de uma empresa é melhorar o planejamento dela. Porém, para isso, devem ser quebradas algumas barreiras comuns da indústrica de construção civil (BALLARD, 1994):

- O foco da gestão está no controle. Além disso, as melhorias da empresa são negligenciadas e o avanço da empresa não é medido;
- O planejamento não é concebido como um sistema eficaz de gerenciamento, e sim como uma habilidade que o responsável do planejamento tem em fazê-lo;
- O planejamento é entendido somente como uma ferramenta de programação. Os demais níveis e processos do planejamento são negligenciados;
- Não há medição de desempenho do planejamento;
- Não se analisam as causas dos erros, para definir ações na causa raiz.

O conceito de "*Last Planner*®" foi concebido por Ballard (1994) da seguinte maneira: o planejamento é feito por diversas pessoas, de diferentes níveis hierárquicos, com diferentes funções em diversas etapas da obra. O planejamento elaborado pela alta gerência (planejamento estratégico) analisa os objetivos e restrições globais que irão conduzir todo o projeto. Os objetivos globais e restrições impulsionam o processo de planejamento de nível inferior, especificando os meios para concretização do objetivo global. Em uma determinada etapa do empreendimento, alguém ou algum grupo decide quais os pacotes de trabalho que serão executados no dia seguinte. Esse indivíduo (ou grupo) que desenvolve esses pacotes de trabalho é quem Ballard denomina de "*Last Planner*®" (o "último planejador").

Koskela (1999, apud BALLARD, 2000) propõe os seguintes princípios para o controle de produção, e afirma ser a essência do Sistema *Last Planner*® (LPS™):

- O trabalho não deve começar sem que estejam disponíveis todos os itens para finalização do mesmo;
- Todo trabalho deve ser medido e monitorado, através de índices como o PPC (Porcentagem de Planejamento Concluído), onde mede as atividades efetivamente realizadas entre as planejadas para serem feitas;

- As causas das atividades que não foram realizadas devem ser investigadas e removidas, garantindo a melhoria contínua do processo;
- Elaboração de tarefas-reservas para possíveis relocações de equipes, caso haja imprevisto, para não ocorrer perda de produção e redução de produtividade;
- No planejamento de médio prazo (*Lookahead Planning*) deve-se analisar e preparar as restrições para execução efetiva dos pacotes de atividades que serão executados no horizonte de três a quatro semanas, garantindo que estejam disponíveis todos os recursos para realização das atividades na data prevista. Além disso, garante que os materiais que vêm em grandes quantidades não cheguem muito antes da data de consumo deles, para não criar estoques prolongados, demanda de espaço no canteiro de obra e custos excessivos de transporte interno.

Ballard (2000) afirma que o Sistema *Last Planner*® de controle de produção é uma filosofia com regras, procedimentos e conjuntos de ferramentas que facilita a execução desses procedimentos. O sistema trabalha em duas premissas:

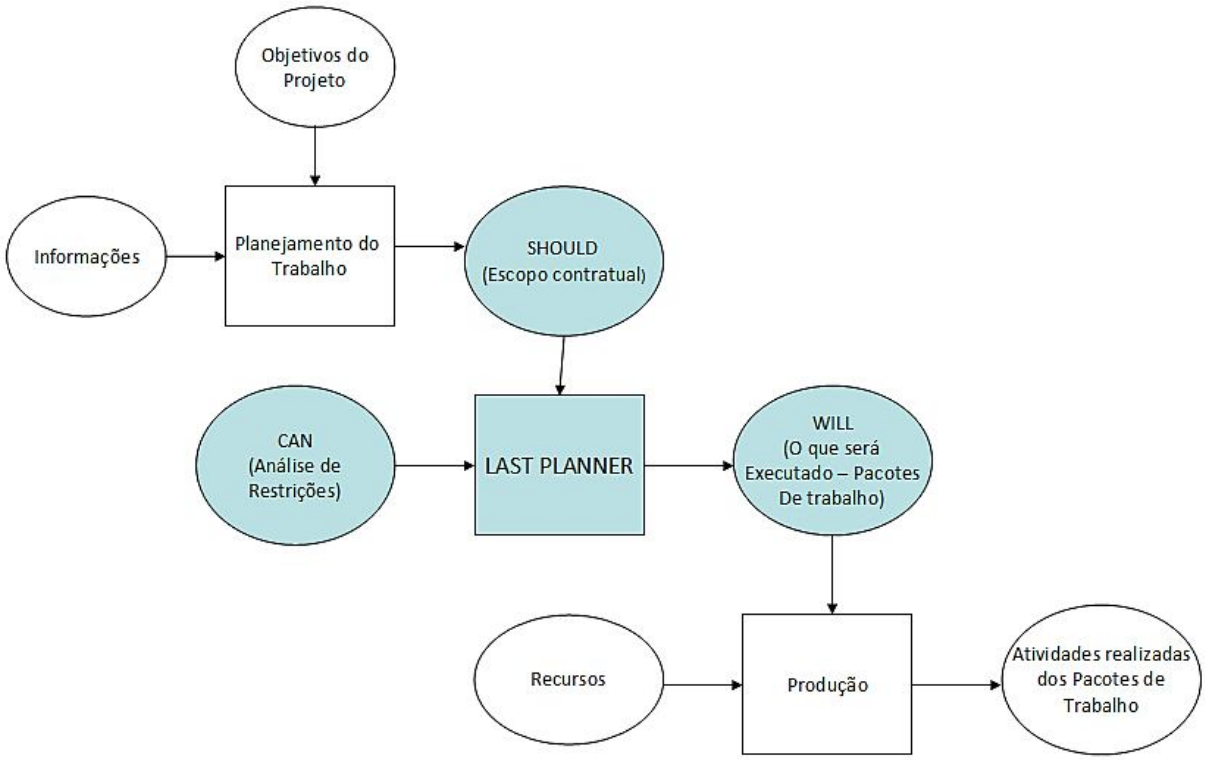
- Controle de unidade de produção;
- Controle de fluxos de trabalho.

O primeiro trabalha com foco na melhoria contínua dos processos, direcionando os trabalhadores ao aprendizado através de ações corretivas. O segundo trabalha proativamente, controlando os fluxos de trabalho e analisando a melhor seqüência executiva dos processos.

Com o foco dentro dos objetivos desses componentes, elaboram-se os planos de trabalho, que serão vistos mais adiante. Para o cumprimento das metas dos planos, o comprometimento da equipe é fator fundamental, como descrito anteriormente neste trabalho. Ballard (2000) enfatiza que, os compromissos que são assumidos nos planos devem ser assumidos por todos os setores da empresa envolvidos no processo, bem como a alta direção.

Para que sejam feitos esses compromissos, ou seja, o planejamento do que será executado (WILL), deve-se analisar o que realmente deve ser feito descrito no escopo contratual (SHOULD) bem como o que realmente é possível ser feito a partir das restrições levantadas (CAN). Dentro do descrito, a figura 3 sintetiza o modelo do Sistema *Last Planner*® proposto por Ballard (2000).

Figura 3 - O Sistema *Last Planner*®




Fonte: BALLARD, 2000, cap. 3, p. 15

### 2.4.2 O SISTEMA

A chave para o desempenho do planejamento no nível de unidade de produção é a sua qualidade de saída, ou seja, a qualidade dos planos produzidos pelo *Last Planner*®. Para obter essa qualidade nos planos, deve-se atribuir aos mesmos algumas características fundamentais (BALLARD, 2000):

- As atividades dos pacotes devem estar bem definidas – todos os recursos devem ser descritos, bem como os procedimentos executivos das atividades, de forma a não gerar dúvidas e a conclusão seja inequívoca;
- Elaborar corretamente a sequência das atividades – consiste na lógica interna da própria atividade, os compromissos do projeto e os objetivos;
- Quantificar corretamente as atividades – verificar os quantitativos conforme orçamento da obra e quantificar as taxas reais de recursos exigidos para o cumprimento das atividades de acordo com o planejado, complementando os quantitativos que julgarem necessários;

- Certificar-se que a atividade poderá ser praticada – certificar que todos os recursos estarão disponíveis para execução da atividade (faz parte da análise de restrições).

Além de considerar as características acima, no LPS™ os planos são elaborados à medida que se obtêm as informações sobre o status do sistema. Essas informações são fornecidas por alguém em um nível hierárquico acima, assemelhando-se ao conceito de produção puxada[3] (MOURA, 2008). Moura exemplifica o conceito de produção puxada:

> [...] Uma atividade somente é incluída no plano operacional se a mesma for considerada como prioritária nos planos de nível superior e se estiver com todas as restrições removidas. Para fazer parte do nível tático, essa mesma atividade deve primeiramente ter sido programada no plano de longo prazo. (MOURA, 2008, p. 30)

Conforme descrito no item anterior, o LPS™ hierarquiza o planejamento, evitando o excesso de detalhamento nas etapas iniciais do processo. Assim, o planejamento é dividido em três níveis: Planejamento Mestre (ou Plano de Longo Prazo), Planejamento *Lookahead*[4] (ou Plano de Médio Prazo) e Planejamento de Comprometimento (ou Plano de Curto Prazo) (Moura, 2008).

No Planejamento Mestre, analisam-se os objetivos e restrições globais que conduzirão todo o projeto. No Planejamento *Lookahead*, controla-se o fluxo de trabalho e analisam-se restrições específicas e recursos para as atividades que serão atribuídas no planejamento do próximo nível. Assim, no Planejamento de Comprometimento, atribui-se pacotes de trabalho às equipes de produção, gerenciando o comprometimento dessas equipes, para que efetivamente sejam cumpridas as atividades propostas.

Serão detalhados os três níveis de planejamento nos próximos itens.

#### 2.4.2.1 PLANEJAMENTO MESTRE

Também conhecido como Planejamento de Longo Prazo, o planejamento mestre é feito descrevendo todas as atividades que serão executadas no processo. No Brasil, em obras de construção civil, o planejamento mestre é denominado como o

[3] Produção puxada: a produção de um determinado produto é feita a partir de uma demanda, ou seja, só são produzidos os produtos na quantidade e momento que os clientes necessitam, "puxando" a produção.
[4] *Lookahead*: olhar à frente.

cronograma macro do empreendimento, feito antes do início das atividades de execução da obra.

Esse plano é feito para identificação das atividades principais e restrições globais do empreendimento, bem como o entendimento do objetivo principal do projeto. Além disso, com a elaboração desse plano, pode-se identificar e analisar quais atividades serão terceirizadas, iniciando os contatos com os empreiteiros e fornecedores, para o fechamento dos contratos futuros.

Esse cronograma preliminar, devido às incertezas inerentes no início do desenvolvimento de um projeto construtivo, deve apresentar poucos detalhes das atividades que serão executadas. Nessa fase do empreendimento, ainda há possibilidades de mudanças tanto de projeto[5] como contratuais.

Esse planejamento é de suma importância, principalmente no nível gerencial, para que dê o horizonte de caminho do projeto. A partir desse planejamento mestre, será feito o detalhamento das atividades, dando início ao próximo nível de planejamento (Plano de Médio Prazo ou Planejamento *Lookahead*).

A figura 4 mostra o modelo de planejamento de longo prazo proposto por Bernardes (2003). Esse autor divide o planejamento de longo prazo nas seguintes etapas:

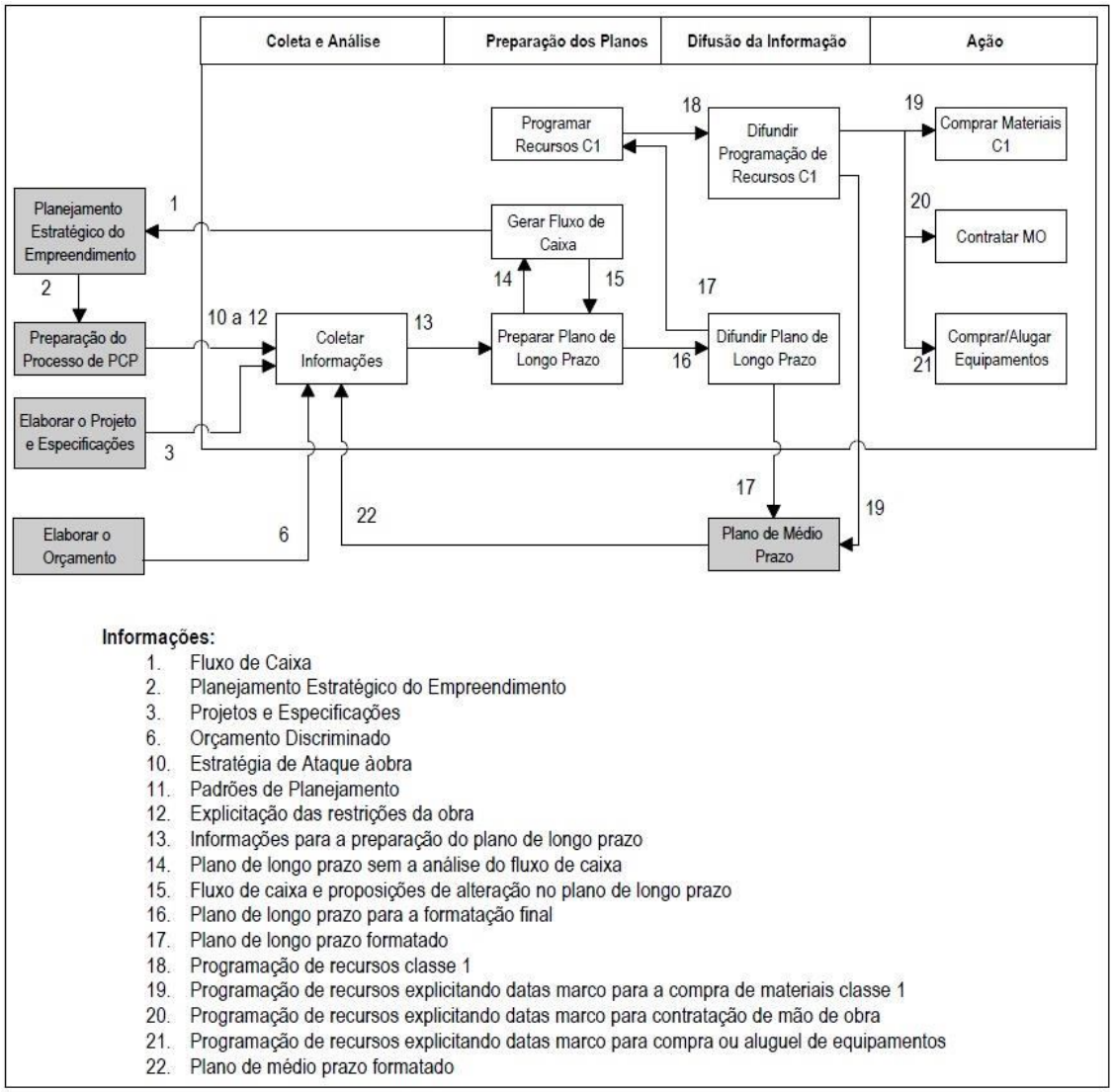
- Coleta de informações – provenientes da preparação do processo de planejamento;
- Preparar plano de longo prazo – definem-se os ritmos de trabalho das equipes de produção de acordo com a previsão financeira da obra. Além disso, esse plano serve de informação básica para o fluxo de caixa da obra;
- Gerar fluxo de caixa – de acordo com a previsão de despesas e receitas geradas no início da obra, podem-se alterar as metas do planejamento;
- Difundir plano de longo prazo – essa difusão pode acontecer tanto formal como informalmente, por meio de reuniões com os envolvidos no processo;
- Programar recursos classe 1[6] - Devem ser programados tendo por base o plano de longo prazo, devido aos longos prazos de entrega;
- Difundir programação de recursos classe 1 – essa difusão é feita tanto para a alta

[5] Projeto, neste caso, refere-se às plantas arquitetônicas, estruturais, instalações, etc.
[6] Entende-se por recursos de classe 1 materiais com longo prazo de entrega, mão de obra própria e/ou terceirizada e compra e/ou aluguel de equipamentos.

gerência como para os responsáveis pelos setores de suprimentos e recursos humanos, para contratação de mão de obra própria, empreiteiros e compra e/ou aluguel de materiais e equipamentos;

- Comprar materiais classe 1 – após negociação com os fornecedores, deve ser feita a compra efetiva dos materiais e a solicitação de informações periódicas dos fornecedores quanto ao prazo de entrega dos insumos;
- Controlar mão de obra – faz-se uma análise da quantidade de mão de obra prevista e efetivamente necessária, para início da contratação;
- Comprar/alugar equipamentos – o setor de suprimentos realiza essas compras, com a autorização da diretoria ou a quem ela designar.

Figura 4 - Planejamento de Longo Prazo




Fonte: BERNARDES, 2003, p. 71

#### 2.4.2.2 PLANEJAMENTO *LOOKAHEAD*

Também conhecido como Planejamento de Médio Prazo, o planejamento *lookahead* tem as seguintes funções no processo (BALLARD, 2000):

- Conduz a sequência e a taxa de fluxo de trabalho;
- Capacitam os fluxos de trabalho, identificando a carga de trabalho e os recursos necessários para atendimento desses fluxos;
- Decompõe o planejamento mestre em pacotes de trabalho e equipes de operações;
- Desenvolve métodos detalhados para execução das atividades;
- Prepara os pacotes reservas de atividades, no caso de imprevistos;
- Atualiza e revisa as programações do planejamento mestre, conforme necessidade.

Além dessas funções esse plano foi criado como uma proteção à produção, visto que no plano de curto prazo (devido ao curto horizonte de tempo) não há como analisar situações e criar condições para que as equipes cumpram as atividades (BALLARD, 2000, apud MOURA, 2008).

> "[...] Dessa forma, o planejamento *Lookahead* constitui-se também em um mecanismo de proteção da produção, à medida que serve como uma barreira que impede a liberação de atividades que não cumpram critérios de qualidade para a produção" (BALLARD; HOWELL, 1998, apud MOURA, 2008, p. 32)

Normalmente, no planejamento *Lookahead*, trabalha-se no horizonte de 3 a 4 semanas (não considerando fixo, podendo variar a quantidade de semanas). Assim, pode-se fazer a análise de restrições de cada atividade dentro do horizonte de trabalho, para que sejam tomadas as ações de forma que os recursos estejam disponíveis e as dificuldades resolvidas na hora da execução efetiva da atividade prevista.

Essa etapa de análise de restrições é fundamental no processo. Dentro das possíveis restrições mencionadas por diversos autores para o não cumprimento de atividades no tempo previsto, relaciona-se à falta de recursos para execução de uma determinada atividade na hora exata de execução da mesma. Dentre esses recursos, pode-se englobar tanto recursos materiais como mão de obra, além de recursos próprios ou de terceiros. Ex.: falta de material, falta de equipamento, atraso

na entrega de material pelo fornecedor, modificações de projetos, entre outros. Todos esses exemplos e recursos mencionados são denominados “restrições”.

O planejamento *lookahead* é elaborado a partir do plano mestre, detalhando as atividades contidas no mesmo. A figura 5 mostra um exemplo de plano de médio prazo *lookahead*, proposto por Ballard (2000).

Figura 5 - Exemplo de modelo de plano de médio prazo *lookahead*

**PLANO DE MÉDIO PRAZO**

**PROJETO: Piloto** **Data: 02/01/2012**
**Responsável: Fulano de tal**

| ATIVIDADES | 09/01/2012 | | | | | | 16/01/2012 | | | | | | 23/01/2012 | | | | | | 30/01/2012 | | | | | | NECESSIDADES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | T | Q | Q | S | S | S | T | Q | Q | S | S | S | T | Q | Q | S | S | S | T | Q | Q | S | S | |
| Equipe encarregado João | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chapisco apto. 601 | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Material no canteiro até 06/01/12 |
| Reboco apto. 602 | | | | | | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | Fazer inspeção até 04/01/12 |
| Emboço apto. 603 | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | | | | | | | | Necessidade..... |
| Equipe encarregado Marcos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Massa corrida apto. 101 | | | | | | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | Contratar mão de obra até 31/12/11 |
| Pintura 1ª demão apto.102 | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | | | | | | | | | Comprar material até 04/01/12 |
| Pintura 2ª demão apto. 103 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | | | Necessidade..... |

Fonte: Adaptado de BALLARD, 2000

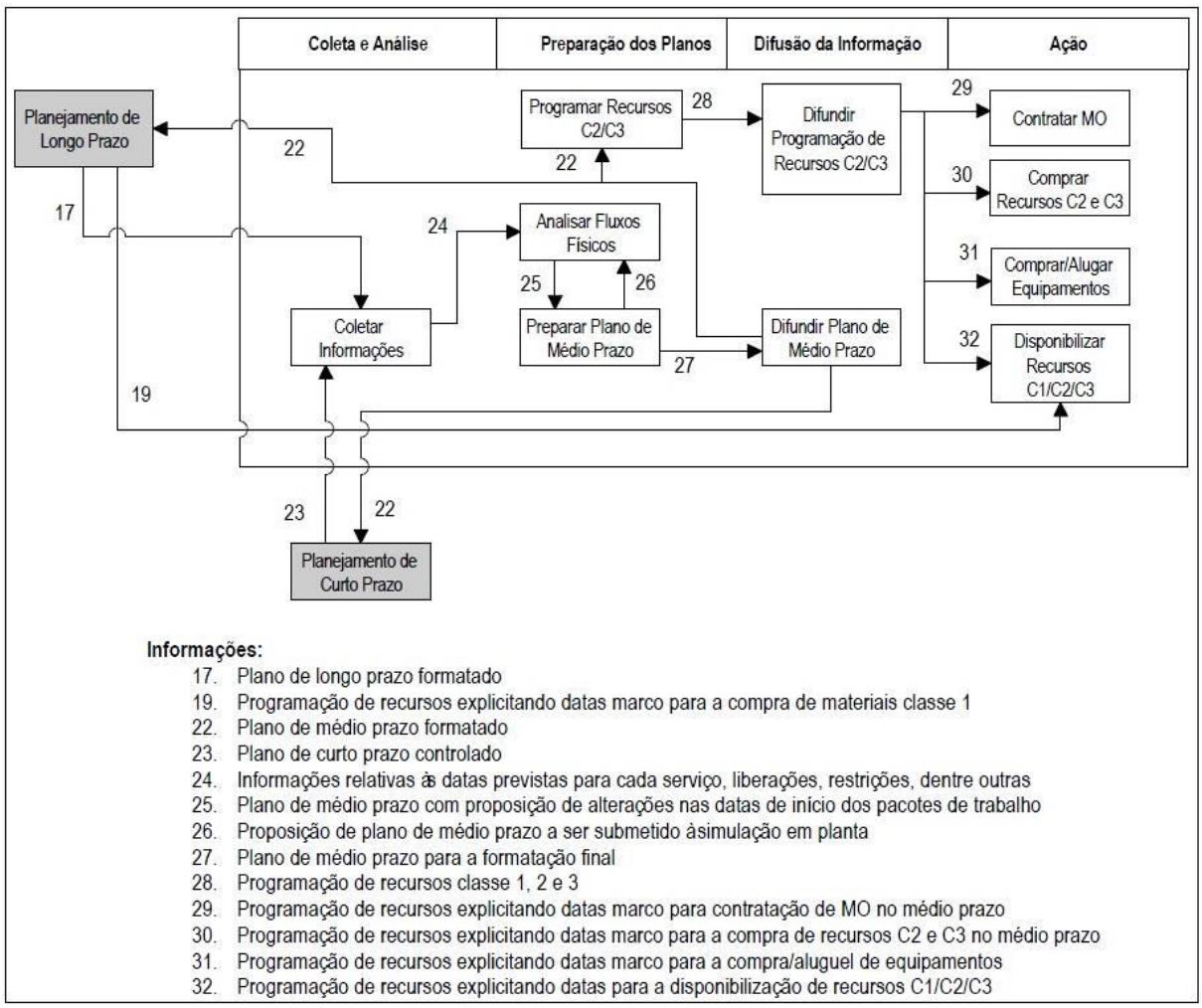
Bernardes (2003) divide o planejamento de médio prazo nas seguintes etapas, conforme a figura 6:

- Coletar informações – essas informações são coletadas no planejamento de longo e curto prazo, de acordo com a retroalimentação recente dos mesmos;
- Analisar fluxos físicos – dividir as equipes de trabalho evitando conflito de local e tempo. Pode-se utilizar de plantas e desenhos para identificar os conflitos, além de identificar locais de estocagem de materiais, entre outras informações;
- Preparar plano de médio prazo – elaborar esse plano baseando-se no plano de longo prazo e identificar as restrições de atividades, conforme mostrado na figura 5;

- Difundir plano de médio prazo – repassado para o responsável em elaborar o plano de curto prazo, além do setor de suprimentos, para análise da disponibilidade dos recursos de classe 1, 2 e 3[7];
- Programar recursos classes 2 e 3 – garante a disponibilidade dos recursos para execução das atividades previstas no plano de médio prazo e evita a programação de atividades no curto prazo cujos recursos ainda não estejam disponibilizados para execução;
- Difundir programação de recursos classes 2 e 3 – da mesma maneira que o longo prazo, deve-se difundir para os setores de suprimento e recursos humanos. No caso do setor de suprimentos, essa difusão auxilia o comprador no monitoramento dos recursos, visando a confirmação de entrega dos mesmos na obra dentro do período estipulado;
- Contratar mão de obra – o setor de recursos humanos monitora a contratação de mão de obra para que não haja problemas na preparação do plano de curto prazo;
- Comprar recursos classes 2 e 3 – inclui-se aqui os recursos de classe 3 como forma de garantir que esses recursos não sejam comprados de última hora além de minimizar os efeitos de incerteza em relação à entrega desses materiais;
- Comprar/alugar equipamentos – um cuidado nessa etapa é identificar os prazos mínimos de disponibilidade desses equipamentos, além de verificar se há quantidade suficiente dos mesmos de forma que atenda à demanda da obra;
- Disponibilizar recursos classes 1, 2 e 3 – caracterizam-se aqui as atividades de rastreamento, entrega, conferência e notificação ao setor de suprimentos. Em alguns casos, essas atividades são de responsabilidade do próprio setor de suprimentos. Essa responsabilidade é definida entre o gerente da obra e diretores da empresa (de acordo com a demanda do setor e da obra) logo no início do empreendimento.

[7] Recursos de classe 2 referem-se àqueles com prazo de entrega dentro do horizonte do plano de médio prazo (30 dias); Recursos de classe 3 referem-se àqueles com prazo curto de aquisição, normalmente encontra-se no almoxarifado central a partir de controle de estoque da obra.

Figura 6 - Planejamento de médio prazo




Fonte: BERNARDES, 2003, p. 73

### 2.4.2.3 PLANEJAMENTO DE COMPROMETIMENTO

O planejamento de comprometimento (ou plano de curto prazo) é voltado ao nível operacional. É denominado de planejamento de comprometimento, pois é a última etapa do processo de planejamento (etapa executiva) e para sua eficiência é necessário o efetivo comprometimento de todos os envolvidos nesse processo, principalmente os membros das equipes operacionais, para execução das metas semanais estabelecidas conjuntamente entre os responsáveis das equipes.

A partir do planejamento *lookahead*, montam-se os pacotes de trabalho para distribuição das equipes de produção. Em obras de construção civil, normalmente esses pacotes abrangem o horizonte semanal, porém podem ser feitos pacotes diários, até mesmo horários, de acordo com a finalidade da obra. Em obras de

“paradas” de usinas siderúrgicas, por exemplo, normalmente esses pacotes são controlados por hora de trabalho.

Inclui-se nesse plano de trabalho semanal: o detalhamento das tarefas, as atribuições de atividades por equipes ou colaborador, o horário e data das atividades, pacotes de atividades reservas, caso haja algum imprevisto, ou até mesmo para que haja disponibilidade de seqüência de atividades caso as tarefas previstas sejam concluídas antes do término da semana, evitando ociosidade das equipes (BALLARD, 1997).

Ao término do ciclo de execução do plano de curto prazo, são avaliadas as tarefas e o cumprimento das mesmas, gerando um indicador. Um indicador comumente utilizado é o PPC (Porcentagem de Planejamento Concluído). Esse PPC é a razão entre as atividades efetivamente finalizadas e as atividades previstas no ciclo.

A figura 7 mostra um exemplo de modelo de plano de curto prazo.

Figura 7 - Exemplo de modelo de plano de curto prazo

**PLANO DE CURTO PRAZO**

**PROJETO: Piloto** — **Semana de obra: 10ª**
**Responsável: Fulano de tal** — **Fase de obra: Infraestrutura**

| TAREFAS | SEMANA 09/01/2012 A 13/01/2012 | | | | | | % DE TAREFA CONCLUÍDA | STATUS DA TAREFA | PROBLEMAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | T | Q | Q | S | S | | | |
| Equipe encarregado João | | | | | | | | | |
| Formas dos blocos 10 e 11<br>Início: manhã | 6C + 2S | 6C + 2S | 6C + 2S | 2C + 1S | | | 100% | OK | - |
| Desforma dos blocos 1, 2 e 3<br>início: tarde | | | | 4C + 1S | 6C + 2S | | 100% | OK | - |
| Equipe encarregado Marcos | | | | | | | | | |
| Corte e dobra de armação dos blocos 14 e 15<br>Início: manhã | 3A + 2S | 3A + 2S | 3A + 2S | 2A + 1S | | | 80% | X | Máquina de corte e dobra com defeito |
| Colocação da armação blocos 12 e 13<br>Início: tarde | | | | 1A + 1S | 3A + 2S | | 100% | OK | - |

**TAREFAS RESERVAS:**

- FORMA DOS BLOCOS 12 e 13
- CORTE E DOBRA DE ARMAÇÃO DOS BLOCOS 10 e 11
- ARMAÇÃO DOS BLOCOS 14 e 15

**LEGENDA:**
C = CARPINTEIRO
P = PEDREIRO
S = SERVENTE
A = ARMADOR

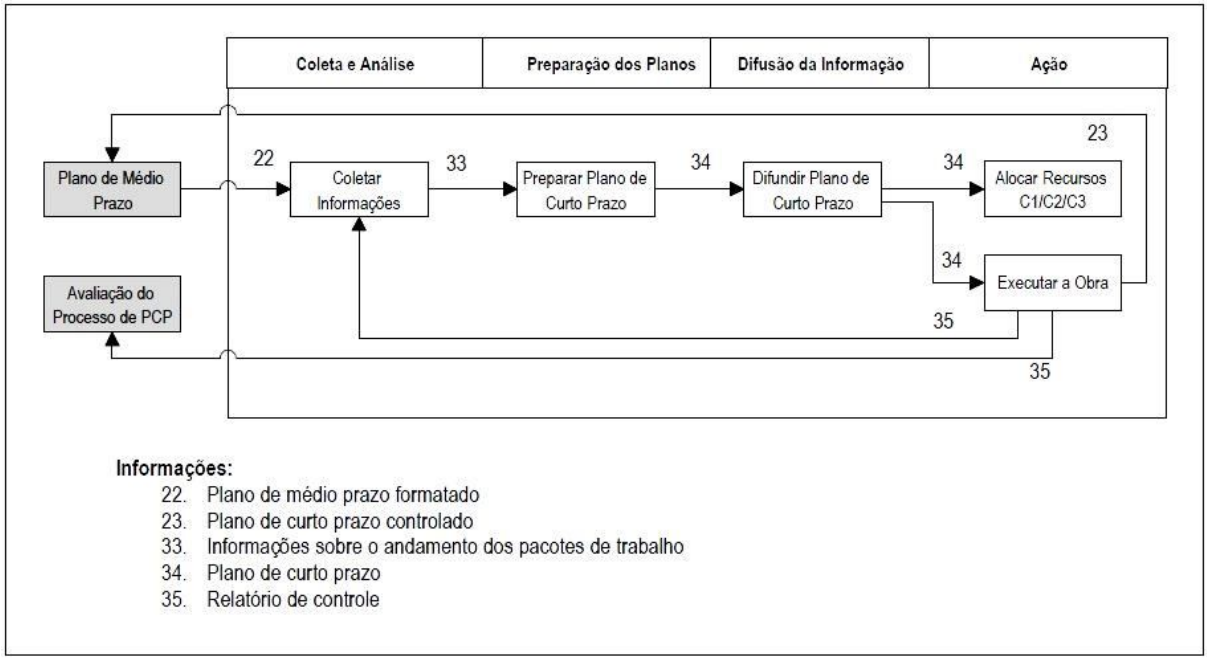
**PPC DA SEMANA** = 3/4 = 75%

Fonte: Adaptado de BALLARD, 1997

A figura 8 indica as principais etapas desenvolvidas no plano de curto prazo, que são (BERNARDES, 2003):

- Coletar informações – são coletadas a partir do plano de médio prazo e plano de curto prazo do ciclo anterior ao vigente;
- Preparar plano de curto prazo – durante reunião semanal de planejamento e acompanhamento de obra discute-se o plano de curto prazo do ciclo anterior e a proposta de plano de curto prazo da semana vigente, junto com os responsáveis pelas equipes de campo (encarregados, mestres, técnicos, etc.), o engenheiro da obra, e eventualmente outros envolvidos no processo e nas atividades da semana (empreiteiros, comprador, gerente, etc.). Após discussão e aprovação do plano por todos os envolvidos no processo, esse plano é difundido aos demais membros das equipes de produção;
- Difundir plano de curto prazo – essa é uma etapa fundamental durante execução do planejamento de comprometimento e é feito em duas etapas. Na primeira são traçadas e discutidas as metas da semana junto com o engenheiro e responsáveis pelas equipes de campo; na segunda os responsáveis de campo passam as metas estabelecidas durante reunião para os demais colaboradores de nível operacional. Essa difusão deve ser feita de maneira clara e inequívoca. Podem ser utilizados esboços, plantas, desenhos, croquis, entre outros, para facilitar o entendimento e não gerar dúvidas;
- Alocar recursos classes 1, 2 e 3 – alocam-se esses recursos nos postos de trabalho, próximos as frentes de serviço;
- Executar a obra – é a última etapa do ciclo. Nela são coletadas as informações para análise das causas do não cumprimento das tarefas, com objetivo de criar ações corretivas para os demais ciclos. A partir dessas informações, podem ser gerados relatórios de controle e índices de desempenho, além de histogramas de problemas usuais, caso um determinado problema aconteça de maneira sucessiva em diversos ciclos de trabalho, buscando a causa do mesmo.

Figura 8 - Planejamento de curto prazo




Fonte: BERNARDES, 2003, p. 76

### 2.4.3 RESUMO DOS PRINCÍPIOS BASICOS INTRODUZIDOS PELO *LPS*™

De acordo com o descrito ao longo desse capítulo, o LPS™ trabalha baseando-se em alguns princípios, conforme Moura (2008) também menciona em seu trabalho:

- Proteção da produção, estabilização do fluxo de trabalho e redução da variabilidade – reduz-se a incerteza do fluxo de trabalho através da análise prévia de restrições como um mecanismo de proteção à produção. Com a redução da incerteza, automaticamente estabiliza-se o fluxo de trabalho, evitando possíveis retrabalhos e, dessa forma, reduzindo a variabilidade do processo;
- Aumento da transparência – esse é um princípio considerado também motivacional. Aumentando a transparência nos processos executivos, todos passam a ser responsáveis indiretamente pelas tarefas. Assim, aumenta-se o controle visual do processo motivando as equipes para a melhoria dele;
- Curto ciclo de controle e melhoria contínua – normalmente os ciclos de controle são semanais. Assim, podem se analisadas as causas das possíveis falhas, criando planos de ação para os planos das próximas semanas. Espera-se que os erros não se repitam de uma semana para outra, devido ao curto prazo de controle e análise, aumentando assim a produtividade das equipes, melhorando

continuamente o processo;

- Produção puxada – controla-se o fluxo de materiais a partir da demanda de atividades, evitando-se estoques desnecessários. Assim, através da análise de restrições durante o planejamento de médio prazo, trabalha-se de acordo com a demanda dos pacotes de trabalho;
- Gestão participativa – o sucesso do planejamento é de responsabilidade de todos. Assim, é importante ressaltar o comprometimento de todos os envolvidos no processo como pré-requisito para o sucesso dele, além de aumentar a produtividade das equipes, motivando-as e dando-os responsabilidade em prol de um sucesso comum;
- Estabilidade básica – trata-se da disponibilidade de recursos para a execução de atividades. Considerada uma restrição, a falta de recursos materiais e humanos é consequentemente causa de possíveis fracassos no planejamento e insucesso dos empreendimentos.

## 2.5 SOBRE RESTRIÇÕES

### 2.5.1 DEFINIÇÕES

Restrições de processos é um tema estudado há vários anos por diversos pesquisadores da área. O termo “restrição” não era comumente utilizado em décadas anteriores, porém já se pensava nas teorias e metodologias envolvendo restrições de processos e atividades.

A *Theory of Constraints* (TOC) – Teoria das Restrições – surgiu como uma nova filosofia gerencial, assim como o *Just in Time*, onde procura administrar a produção de forma que os custos sejam mantidos sob controle e os ganhos protegidos (GOLDRATT, apud SANTOS, 2001). Assim, a TOC fornece dois pontos fundamentais para se administrar corretamente: o procedimento de enfocar e a mudança de paradigma em proteger os ganhos antes de controlar os custos (GOLDRATT, apud SANTOS, 2001).

Goldratt (1991, apud SANTOS, 2001) define restrições como sendo de dois tipos:

- Políticas – restrições que continuam atuando quando já deviam ter sido substituídas, ou seja, são regras que permanecem em vigor mesmo após extinção de suas causas;
- Físicas - como recursos que não têm capacidade suficiente para atender a demanda, também chamados de gargalos de produção.

Shen *et al.* (2000, apud SANTOS, 2001) descrevem que os gargalos/restrições de produção são geralmente encontrados na construção civil no conjunto de atividades que tem baixo ritmo de produção e consomem muito tempo, porém muitas restrições encontram-se "escondidas" na cadeia produtiva do setor e no fluxo de informações, variando o fluxo das atividades e as perdas de produtividade.

Corrêa e Gianessi (1993, apud SANTOS, 2001) caracterizam recurso como qualquer elemento necessário para produzir um produto. Sendo assim, as restrições são caracterizadas como "recursos".

De acordo com Dettmer (1997, apud SOBREIRO, 2012), os elementos de um sistema podem ser classificados (conforme sua capacidade de atender as solicitações efetuadas sobre ele) como "restrições" e "não restrições". Os elementos que não apresentam capacidade para atender as solicitações são denominados de "restrições", e os elementos que têm capacidade são os "não restrições".

No trabalho de Finke (1998), o autor propõe uma metodologia de estimativa qualitativa e mitigação de interrupções das atividades do setor de construção. Nesse contexto, o autor definiu restrições como "interrupções das atividades do setor de construção".

Em seu trabalho, Machado (2003, p. 2) propõe uma sistemática de antecipações gerenciais, e define o significado de antecipações como:

> [...] identificação de aspectos que possam comprometer os fluxos dos processos e das operações produtivas em termos da qualidade e produtividade esperadas. Posteriormente, envolvem a determinação de ações gerenciais a serem realizadas, de modo a evitar (ou prevenir) que um aspecto negativo aconteça e prejudique o fluxo da produção, ou que um aspecto positivo deixe de acontecer.

Nesse contexto, o autor definiu a análise de restrições como "antecipações gerenciais".

Já Codinhoto *et al*. (2003, p. 2), definem:

> Restrições são atividades gerenciais, necessidades físicas, financeiras e de informações de projeto que se não disponibilizadas no momento, na quantidade e especificação corretas, impedem a programação dos pacotes de trabalho relacionados às mesmas.

Baseando-se no contexto atual da construção civil, e aproximando-se da definição de Codinhoto *et al.* (2003), para este trabalho denomina-se "restrições" como sendo qualquer coisa, de qualquer gênero, que possa inviabilizar a execução de uma determinada atividade dentro do seu prazo previsto, sejam essas restrições de origem gerencial, física, financeira, informativa, processual, etc.

Foi com foco nessa definição proposta que a metodologia, a descrição dos resultados e considerações finais deste trabalho foram conduzidas e desenvolvidas.

### 2.5.2 GRUPOS E CAUSAS DE RESTRIÇÕES

A seguir, constam os grupos de restrições mais comuns e causas de não cumprimento de atividades. Esses grupos, que foram distribuídos conforme trabalho de Costa *et al.* (2005), foram balizadores para a elaboração do roteiro para coleta de dados desta pesquisa:

- Projetos – uma das principais causas que culminam no atraso de tarefas deve-se a problemas relacionados a projetos. Erros, atraso na liberação de projetos executivos para a equipe de campo, entre outras;
- Materiais – muitas atividades são inviabilizadas devido à falta de materiais em tempo hábil para execução ou por problemas de especificação desses materiais. As possíveis causas são: falta de planejamento do fornecedor (que gera atraso na entrega como restrição), má especificação dos materiais por parte do responsável da obra e baixa qualidade desses materiais (o que gera o retrabalho como restrição), esquecimento de solicitação do material ou solicitação tardia do mesmo, entre outras;
- Empreiteiros – muitas atividades geram atrasos devido à falta de comprometimento das equipes terceirizadas, ou mesmo a falta de qualidade no serviço das mesmas, gerando retrabalho como restrição e, consequentemente, atrasos e custos;
- Máquinas e equipamentos – podem ocorrer atrasos das atividades devido à falta ou até mesmo defeito das máquinas e equipamentos (restrições). As possíveis

causas são: atraso na solicitação de compra ou aluguel dos equipamentos, falta de manutenção dos mesmos, entre outras;

- Espaço no canteiro – alguns materiais não podem ser estocados por tempo prolongado devido à falta de espaço no canteiro, além de inviabilidade de estocagem devido ao fluxo de produção,
- Ligações entre as atividades (Processos) – muitas atividades atrasam, pois estão ligadas a outras atividades, dependendo da finalização das mesmas para o seu início;
- Mão de obra – a previsão feita de mão de obra para determinada tarefa nem sempre está de acordo com o real. Assim, a produtividade da equipe é menor (restrição), gastando mais tempo do que o previsto para finalização de uma tarefa. Esses problemas podem estar relacionados a erros na previsão de quantidades de pessoas por equipe, bem como incoerências nos índices de produtividade utilizados para o cálculo de mão de obra de uma determinada atividade.

Existem outros grupos de restrições que se mostram menos presentes nos processos construtivos, mas que não são menos importantes. Os grupos de restrições e causas descritos anteriormente podem ser de caráter controlável ou não controlável. As restrições mais comuns de caráter não controlável são: intempéries, problemas financeiros, variação da economia, falta de fornecedores para atender o setor, absenteísmo, etc.

Santos (2004) dividiu e alocou restrições por tipo:

- Restrições de recursos – relaciona-se aos dados de entrada para execução das atividades: materiais, mão de obra, equipamentos;
- Restrições de informação – são restrições que também se relacionam aos dados de entrada para execução, porém algumas são de caráter não controláveis: acidentes, paralisações, intempéries, etc.;
- Restrições de processo – referem-se a possíveis interrupções inesperadas no processo, retrabalhos, atraso de tarefas antecessoras, etc.;
- Restrições temporais e espaciais – referem-se a problemas de execução das tarefas antecedentes à que está sendo planejada como tempo insuficiente para execução das tarefas, dificuldade de coordenação, entre outros;

- Restrições estratégicas – envolvem decisões errôneas ou falta dessas decisões no nível tático, como falta ou falha na programação de atividades, algumas atitudes gerenciais que inviabilize a continuidade da atividade, cláusulas contratuais, etc.;
- Restrições de empreendimento – problemas relacionados ao layout de canteiro, como falta de espaço para estoque de materiais, dificuldades de acesso, logística de canteiro, etc.

A análise de restrições é um fator fundamental, até mesmo intrínseco, sendo um pré-requisito para obtenção da eficácia e eficiência do processo de planejamento, principalmente se a sequência de atividades faz parte do caminho crítico[8] do processo. Não analisar essas restrições é assumir falhas, retrabalhos e atrasos que fatalmente irão surgir caso essa etapa não ocorra no processo de planejamento. Assim, a análise de restrições é um elemento chave no sistema *Last Planner*® (BALLARD, 2000).

[8] Entende-se por caminho crítico a sequência de atividades com folga zero de execução. Ou seja, não existe intervalo de tempo entre a sequência de atividades. Se uma atividade antecessora atrasar, as suas sucessoras também atrasarão suas datas de início e término.

# 3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

*“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”*
*Paulo Freire*

# 3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Após revisão bibliográfica feita e sintetizada no capítulo 2, neste capítulo 3 descreve-se a abordagem metodológica utilizada para esta pesquisa. São apresentados os instrumentos de coleta de dados, o delineamento da pesquisa, descrevendo as etapas e o processo de obtenção dos dados.

## 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa é classificada como descritiva de caráter qualitativo.

De acordo com Gil (2002), na pesquisa descritiva, são descritas características de determinada população ou fenômeno ou, então, estabelece-se relações entre as variáveis envolvidas.

De acordo com Silva e Menezes (2001, p. 20):

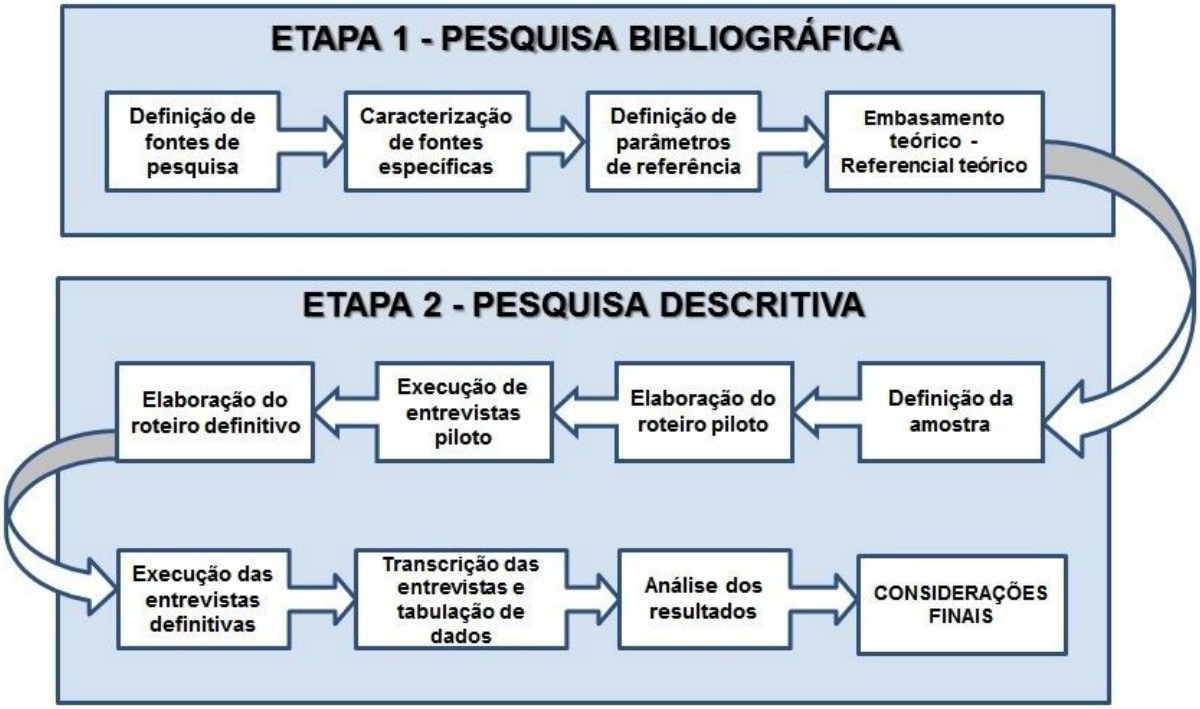
> A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

O método de pesquisa utilizado foi bibliográfico. De acordo com Gil (2002), a principal vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de permitir o investigador uma cobertura completa de fenômenos mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. A pesquisa bibliográfica fornece embasamento teórico para estabelecer uma análise crítica entre os diversos conceitos, metodologias e problemas estudados, facilitando dessa forma uma maior organização de ideias e melhor direcionamento da pesquisa.

## 3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A figura 9 mostra o fluxograma da metodologia utilizada neste trabalho.

Figura 9 – Fluxograma de metodologia




Fonte: elaborado pela autora

A Etapa 1 refere-se à pesquisa bibliográfica. Para esta pesquisa foram utilizados como fonte de consulta: revistas, periódicos e artigos técnicos (a partir do portal de periódicos da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), além de teses, dissertações, livros e demais publicações científicas de relevância nacional e internacional. Foi feita a caracterização de fontes e autores de maior interesse e relevância para a pesquisa, definido os parâmetros de referência para o desenvolvimento da revisão bibliográfica (referencial teórico).

A Etapa 2 refere-se à pesquisa descritiva. No primeiro momento foi feita a definição da amostra. Decidiu-se que as entrevistas seriam feitas apenas com os engenheiros de obras, de forma a coletar dados no nível gerencial e estratégico. Após definição das amostras, elaborou-se o roteiro piloto e posteriormente foi feita a aplicação dele em três entrevistas-piloto. Após execução das entrevistas-piloto, foi feita a validação do roteiro definitivo, dando prosseguimento às demais entrevistas. O roteiro definitivo consta no APÊNDICE A.

## 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E SELEÇÃO DA AMOSTRA

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nesta pesquisa foram entrevistas, norteadas por um roteiro semi-estruturado.

De acordo com Gil (2008, p. 109):

> Pode-se definir entrevista como a técnica em que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas, com o objetivo de obtenção dos dados que interessam à investigação. A entrevista é, portanto, uma forma de interação social. Mais especificamente, é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação.

A seleção dos entrevistados não foi aleatória. Foram escolhidos engenheiros que trabalham em empresas de referência no estado do Espírito Santo, com o objetivo de obter uma amostra fidedigna. Todos os engenheiros selecionados trabalham em construções de múltiplos pavimentos do tipo habitacional ou comercial, de forma a obter uma amostra padrão. Foram selecionados tanto engenheiros com pouco tempo de atuação no setor, como engenheiros com mais de dez anos de atuação, com o objetivo de observar se haveria alguma variação nos dados coletados, podendo fazer uma associação entre as restrições abordadas pelos engenheiros com mais tempo de atuação, e as restrições abordadas pelos engenheiros com menos tempo de atuação.

### 3.3.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO PARA AS ENTREVISTAS

Segundo Brinkmann (2008, apud NARCIZO *et al*., 2010):

> No geral a maioria das entrevistas da pesquisa qualitativa são semi-estruturadas, como uma consequência da agenda a ser definida pelos interesses do pesquisador, permitindo espaço para descrições mais espontâneas do entrevistado.

Dessa maneira o roteiro utilizado nesta pesquisa foi semi-estruturado de forma a nortear e conduzir, por uma sequência lógica, as entrevistas realizadas. Porém, a autora deixou que o entrevistado relatasse livremente sobre a questão proposta, de forma a coletar o maior número possível de dados para enriquecimento dos resultados e fundamentação das conclusões.

O roteiro foi elaborado baseando-se em informações da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 12721 (ABNT, 2006). O anexo B dessa norma discrimina os itens orçamentários (principais etapas e processos construtivos para execução de um edifício) que foram utilizados como base para elaboração do roteiro que relaciona as etapas e os processos aos grupos de restrições, conforme se demonstra resumidamente na tabela 2.

Tabela 2 – Resumo do roteiro semi-estruturado

| | **Descrição de Etapas e Processos conforme NBR 12721** | **Grupos de restrições** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mão de obra | Materiais | Máq. e Equip. | Projetos | Proces-so | Cliente | Outras restri-ções |
| 1 | Serviços Iniciais (Etapas)<br>1.1 Processo 1<br>1.2 Processo 2<br>... ...<br>1.n Processo n | | | | | | | |
| 2 | Infraestrutura | | | | | | | |
| 3 | Superestrutura | | | | | | | |
| 4 | Paredes e painéis | | | | | | | |
| 5 | Coberturas e proteções | | | | | | | |
| 6 | Revestimentos, forros, serralheria e pinturas | | | | | | | |
| 7 | Pavimentações | | | | | | | |
| 8 | Instalações e aparelhos | | | | | | | |
| 9 | Complementação da obra | | | | | | | |

**Perguntas:**

1. **Em relação ao processo "x", qual a restrição, ou quais as restrições, para execução desse processo?**
2. **Em sua percepção, qual a etapa e processo construtivo com maior ocorrência de atrasos nas obras?** (Pergunta feita ao final da entrevista)
3. **De maneira abrangente, quais são as principais restrições que impactam no não cumprimento dos prazos das obras?** (Pergunta feita ao final da entrevista)

Fonte: elaborado pela autora

Considera-se neste trabalho "etapas" as fases de nível macro principais em uma obra, por exemplo: serviços iniciais, infraestrutura, superestrutura, etc., e "processos" as atividades inseridas dentro dessas etapas, por exemplo: limpeza de obra, fundações profundas, armações, formas, etc. Além desses itens, consta nas colunas do roteiro grupos de restrições de processos. O objetivo dessa separação por grupos foi direcionar os entrevistados na associação entre as restrições e os

processos construtivos listados. Baseando-se no trabalho de Costa *et al.* (2005), a autora desta pesquisa relacionou as restrições em seis grupos principais: mão de obra, materiais, máquinas e equipamentos, projetos, processo e cliente. Para não restringir o entrevistado apenas aos grupos listados, consta no roteiro uma coluna de um grupo em aberto denominado “Outras restrições”, caso fosse mencionada alguma restrição que não se encaixasse nos grupos listados. Cabem aqui dois esclarecimentos:

1. O grupo de mão de obra inclui tanto mão de obra própria quanto terceirizada;
2. O grupo de projetos refere-se a plantas, desenhos, croquis etc., e não projeto como empreendimento.

### 3.3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Após definição da amostra e a elaboração do roteiro-piloto, foram realizadas entrevistas-piloto com três profissionais para análise de viabilidade de aplicação dos instrumentos de coleta de dados e validação do roteiro definitivo.

Após essa validação foram realizadas mais quinze entrevistas, totalizando dezoito profissionais entrevistados. Devido ao tempo decorrente da pesquisa e a dificuldade de disponibilidade de atendimento de outros profissionais contatados, encerrou-se a etapa de entrevistas após a 18ª realizada.

Ao final de cada entrevista, foi feita a caracterização dos profissionais (conforme apêndice B) e duas perguntas abrangentes que constam no roteiro.

O resultado dessa caracterização dos profissionais encontra-se resumido na tabela 3. Com o objetivo de manter o anonimato dos engenheiros, esses são mencionados nesta pesquisa como Engenheiros 1 a 18 (independente do sexo deles). Essa relação de engenheiros foi tabulada conforme ordem de realização das entrevistas. A coluna “Tempo de atuação no setor” informa o total de anos (até a data da entrevista realizada) que os engenheiros trabalham no setor de construção civil, mesmo antes da graduação em engenharia, atuando como estagiários e/ou técnicos.

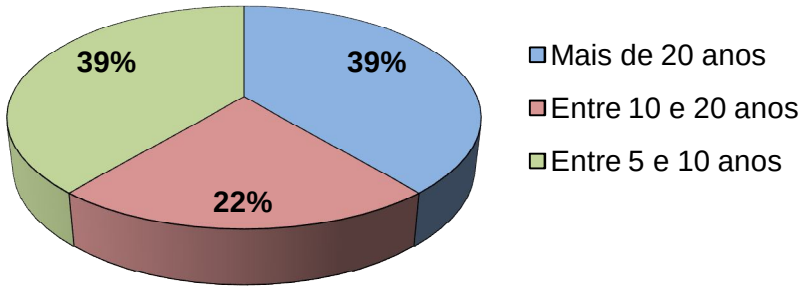
Tabela 3 – Caracterização dos engenheiros

| **Engenheiros** | Idade (anos) | Tempo de formado (anos) | **Tempo de atuação no setor (anos)** |
|---|---|---|---|
| **Engenheiro 1** | 53 | 30 | **31** |
| **Engenheiro 2** | 41 | 17 | **20** |
| **Engenheiro 3** | 41 | 16 | **21** |
| **Engenheiro 4** | 62 | 39 | **41** |
| **Engenheiro 5** | 36 | 11 | **16** |
| **Engenheiro 6** | 30 | 6 | **8** |
| **Engenheiro 7** | 30 | 7 | **13** |
| **Engenheiro 8** | 30 | 7 | **7** |
| **Engenheiro 9** | 28 | 6 | **8** |
| **Engenheiro 10** | 41 | 21 | **25** |
| **Engenheiro 11** | 59 | 36 | **36** |
| **Engenheiro 12** | 29 | 3 | **5** |
| **Engenheiro 13** | 29 | 3 | **5** |
| **Engenheiro 14** | 30 | 7 | **9** |
| **Engenheiro 15** | 33 | 9 | **10** |
| **Engenheiro 16** | 48 | 22 | **24** |
| **Engenheiro 17** | 36 | 13 | **15** |
| **Engenheiro 18** | 30 | 4 | **6** |
| **Média:** | 35 | 10 | **14** |

Fonte: Elaborado pela autora

A figura 10 a seguir sintetiza a tabela 3 em relação ao tempo de atuação dos profissionais no setor de construção civil. Observa-se que a amostra é estratificada por grupos que trabalham a mais de 20 anos no setor (~39% da amostra), entre 10 e 20 anos (~22% da amostra) e entre 5 e 10 anos (~39% da amostra). Procurou-se diversificar a amostra com o objetivo de obter alguma correlação entre os dados coletados e essa estratificação. Essa correlação foi feita e consta no item 5.1 do capítulo 5 de Considerações finais e conclusões.

Figura 10 – Tempo de atuação dos engenheiros no setor de construção civil




Fonte: elaborado pela autora

## 3.4 COLETA E ABORDAGEM DOS DADOS

Segundo Brinkmann (2008, apud NARCIZO *et al*., 2010), de maneira geral as entrevistas de pesquisas qualitativas são semi-estruturadas, definidas a partir do interesse do pesquisador, deixando que o entrevistado faça descrições de maneira mais espontânea. Foi dentro desse contexto que as entrevistas desta pesquisa foram realizadas.

Na etapa de entrevistas, foi feito contato via e-mail e telefone para verificação da disponibilidade e interesse do profissional, e posterior agendamento da entrevista.

No início da entrevista foi solicitada permissão para gravação da mesma, com o objetivo de não se perder nenhuma informação relevante. Nenhum dos entrevistados se opôs a essa solicitação. Dessa maneira, não houve necessidade de fazer anotações durante a entrevista, possibilitando contato visual e participação ativa entre entrevistadora e entrevistado.

No ato da entrevista, inicialmente foi feita a apresentação da autora, do orientador e da instituição onde está sendo desenvolvida a pesquisa, bem como os objetivos dessa. De imediato informou-se que os nomes dos entrevistados não seriam mencionados na dissertação final. Assim, por ética profissional, os nomes dos profissionais foram mantidos em sigilo, não sendo mencionados nessa pesquisa.

As entrevistas foram conduzidas através do roteiro que consta no apêndice A. Os entrevistados foram mencionando as restrições, processo a processo, desde a etapa

1 até a etapa 9. Ao longo das entrevistas os engenheiros faziam verbalizações importantes e forneciam informações que iam além de restrições dos processos como, por exemplo, causas de restrições e impacto dessas na produção.

Esta pesquisa obteve um total aproximado de 34 horas de entrevistas gravadas, cuja transcrição dos dados e verbalizações foi realizada posteriormente.

As restrições, as causas delas e algumas verbalizações mencionadas pelos engenheiros estão descritas no capítulo 4 a seguir.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

*“O importante é não parar de questionar.”*
*Albert Einstein*

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo constam os resultados e discussões acerca das restrições coletadas. Os resultados foram tabulados e discutidos por etapas de obra. Cabe lembrar aqui que para este trabalho considera-se “etapas” como sendo as fases de obra de nível macro, por exemplo: serviços iniciais, infraestrutura, superestrutura, etc., e “processos” as atividades inseridas dentro das etapas, por exemplo: limpeza de obra (processo referente à etapa de Serviços iniciais), fundações profundas (processo referente à etapa de Infraestrutura), armações (processo referente à etapa de superestrutura), etc.

É importante ressaltar aqui a diferença entre restrições e causas – origens – dessas restrições. Por exemplo: por uma questão cultural, grande parte das empresas não planeja o início de suas obras e a contratação de projetistas acaba sendo feita na iminência do início dessas obras. Essa falta de planejamento faz com que os engenheiros iniciem as atividades de suas obras com projetos preliminares (ou até mesmo sem eles) e esses são modificados ao longo da execução. Nesse caso a restrição “modificações de projetos” tem como causa a falta de planejamento das empresas em contratar os projetistas em tempo hábil para elaboração dos projetos. Essa falta de planejamento, por sua vez, está associada a uma questão cultural (causa primária). A figura 11 a seguir exemplifica a relação entre causas, restrições e processos:

Figura 11 – Fluxograma de referência para entendimento entre a relação causa-efeito de causas, restrições e processos

Fonte: elaborado pela autora

Por vezes durante as entrevistas os engenheiros não fizeram distinção entre esses termos, associando as causas como sendo restrições. Portanto, tomou-se cuidado para que houvesse essa distinção durante a descrição do texto nas etapas que seguem. Ao final de cada etapa, foram elaboradas tabelas onde constam sintetizados os processos construtivos referentes às etapas, as restrições coletadas, o grupo de restrições que essas pertencem, se as restrições são controláveis ou não controláveis, e a causa (ou causas) – origem – dessas restrições a partir das abordagens dos engenheiros.

Para facilitar o entendimento da tabela, a leitura dela pode ser feita da última coluna para a primeira: uma causa (ou causas), controlável ou não, gera uma restrição que pertence a um determinado grupo. Essa restrição impede a execução e/ou a finalização de um processo construtivo de uma etapa. Um exemplo conforme a tabela 4 da etapa 1 de serviços iniciais: a dificuldade em encontrar mão de obra para os serviços de limpeza é uma causa não controlável. Essa causa gera a restrição “falta de mão de obra” que pertence ao grupo de restrições “mão de obra”. Essa restrição impede a execução do processo “Limpeza de obra” dentro do seu prazo previsto, gerando assim o atraso desse processo.

Cabe aqui uma importante observação: a síntese dos resultados das etapas foi realizada a partir das abordagens dos engenheiros durante as entrevistas. Portanto, a interpretação feita pela autora para elaboração das tabelas foi baseada nessas abordagens, nas restrições que eles mencionavam e sua respectiva causa (ou causas), respeitando o pensamento lógico do fluxograma de referência da figura 11. É importante destacar essa observação, pois as sínteses dos resultados não objetiva qualquer generalização. Outras interpretações são passíveis de serem realizadas, fato condizente de uma pesquisa de caráter qualitativo.

Para cada etapa também foi elaborado um gráfico de coluna de forma a indicar o grupo de restrições que mais foi mencionado pelos entrevistados nas etapas construtivas. Esses gráficos foram elaborados a partir das tabelas que contém os resultados sintetizados. Exemplo: na tabela 4, que sintetiza os resultados da etapa 1, contam 22 restrições mencionadas pelos engenheiros. Cada restrição pertence a um determinado grupo de restrições definido no roteiro. Dessas 22 restrições, 7 pertencem ao grupo de “Outras restrições”, caracterizando assim o grupo mais mencionado pelos entrevistados para a etapa 1.

Ao final das etapas fez-se um gráfico geral, indicando qual é o grupo de restrições predominante na construção de um edifício, pelas percepções dos engenheiros entrevistados.

## 4.1 ETAPA 1 - SERVIÇOS INICIAIS

Na etapa de Serviços Iniciais foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Serviços técnicos: projetos, planejamento, orçamentos, topografia, sondagens, vistorias, etc.;
- Serviços preliminares e instalações provisórias: demolições, instalações provisórias, escritórios provisórios, etc.;
- Limpeza de obra: limpeza permanente de obra e retirada de entulhos;
- Transporte de material: transporte interno e externo;
- Trabalhos em terra: limpeza de terreno, locação de obra, escavações,

desmatamento, etc.

**Serviços técnicos**

Nos serviços técnicos os engenheiros mencionam restrições relacionadas principalmente ao grupo de projetos. A falta de planejamento para elaboração dos projetos antes do início da obra causa a falta de projeto em tempo hábil para produção, incompatibilidades e modificações constantes nos mesmos. Os engenheiros abordam que essa falta de planejamento faz com que a contratação do projetista seja feita na iminência de lançamento do empreendimento. Feito o contrato entre a empresa construtora e projetista, as empresas "forçam" os projetistas a elaborarem os projetos em um curto prazo de forma a garantir o *marketing* de lançamento do empreendimento e o início rápido da construção. Isto atrasa a entrega dos projetos, pois o tempo entre o lançamento da obra e o início dela é curto para elaboração dos projetos. Em alguns casos relatados, aprova-se o projeto na prefeitura sem ter feito o levantamento topográfico. Isso gera revisões e retrabalho, uma vez que o projeto é desenvolvido sem as informações necessárias para um bom desenvolvimento do mesmo. Esse fato contrapõe um princípio fundamental do LPS™: o trabalho não deve começar sem que estejam disponíveis todos os itens para realização do mesmo.

Esses projetos executados sem qualidade ou inacabados acabam comprometendo as atividades dependentes destes (como por exemplo, a elaboração do orçamento e planejamento). Esse é um exemplo de como esta restrição de projeto pode impactar na produção. O Engenheiro 16 faz uma importante colocação: *"O projeto não pode deixar o cara pensar. Não pode deixar dúvida, pois cada um pensa de um jeito e faz de um jeito."*

Esse é um problema cultural do setor de construção, conforme aborda o Engenheiro 1: *"Nossa cultura é só fazer o projeto quando for iniciar a obra."* O Engenheiro 8 corrobora a afirmação: *"Eu acho que falta dar importância a esta fase inicial, que não é dada. É importante estar com tudo pronto para que se comece."*

A falta de fornecedores de projetos (escritórios de projetos e projetistas) é uma restrição que impacta na produção, visto que os escritórios e projetistas não conseguem atender os prazos devido à alta demanda. Essa restrição impacta em

duas vertentes: a falta de mão de obra qualificada para elaboração dos projetos (conforme menciona o Engenheiro 17) e o aumento dos custos de projetos devido a esta escassez de fornecedores (conforme abordagem do Engenheiro 10):

> A demanda dos projetistas está absurda. Como a demanda deles está grande, eles tem que contratar mais gente para trabalhar com eles e acabam contratando pessoas que não tem tanta experiência com compatibilização de projetos ou até para a execução do próprio projeto. Às vezes o próprio projetista de escritório renomado não consegue fazer uma revisão legal para mandar para um cliente. (Engenheiro 17)

> Muito dos nossos custos aqui do Espírito Santo são iguais ou maiores que os outros estados. Isso se deve aos poucos fornecedores de produtos. Assim, como eles (fornecedores) sempre têm serviço, eles encarecem os custos, pois terão demanda de qualquer jeito, sendo barato ou não. (Engenheiro 10)

Os engenheiros mencionam que, como forma de minimizar o impacto destas restrições na produção, procuram fidelizar os fornecedores para evitar atrasos e imprevistos, e enfatizam que este é um problema atual do mercado. Se houver redução de produção no setor, provavelmente haverá uma regularização dos custos, seja de projetos, seja de vários outros produtos e serviços.

**Serviços preliminares e instalações provisórias**

Nesta etapa inicial da obra é comum que sejam feitas demolições de estruturas existentes no terreno que será construída a edificação. Essas demolições precisam de planejamento para aquisição em tempo hábil das licenças referentes às demolições e o transporte dos resíduos provenientes destas. A falta desse planejamento acaba atrasando os demais processos e etapas de construção. Apesar dos profissionais terem conhecimento deste problema e saberem da necessidade de planejar com antecedência, este atraso ocorre regularmente nas construções, conforme aborda o Engenheiro 7: "*É uma falha nossa como engenheiro. Às vezes a gente erra nas mesmas coisas sempre [...] Não sabe que toda a obra tem que ter licença ambiental, alvará de liberação de demolição? Então porquê começa de qualquer jeito?"* O engenheiro menciona que muitas vezes a empresa pressiona o engenheiro iniciar a obra mesmo não tendo as informações e documentos necessários para o seu início. A alta demanda do profissional pode inviabilizar o planejamento nesta etapa inicial:

> Não querendo colocar isso como desculpa, mas a pressão da empresa para começar uma obra, leva a gente ao erro. Às vezes você nem terminou uma obra, a empresa te coloca pra começar outra [...] você tá com a cabeça à mil [...] então às vezes você não tem uma condição ideal para começar uma obra, começa no desespero. (Engenheiro 7)

Em relação às instalações provisórias, uma restrição relatada pelos entrevistados refere-se aos limites físicos do terreno. A falta de espaço físico no terreno é uma restrição para atendimento das normas em relação aos espaços mínimos de áreas de canteiro e dimensionamento de instalações. Essa restrição impacta no orçamento e no dimensionamento de equipes, uma vez que, devido ao espaço físico limitado, não se pode contratar a quantidade de mão de obra prevista para a execução dos serviços, conforme aborda o Engenheiro 17. Esse, e outros engenheiros relatam que uma maneira de minimizar os impactos desta restrição é alugar terrenos anexos ou próximos ao terreno onde será feita a edificação:

> Isso hoje é gargalo. Pois às vezes você poderia ter uma capacidade de colocar 100 funcionários para terminar mais rápida uma fundação ou uma laje, por exemplo. E você não coloca, pois não consegue estrutura física para colocar esses 100 funcionários... a alternativa hoje é alugar terreno ao lado, quando possível. (Engenheiro 17)

Todos os engenheiros abordam a obrigatoriedade de se pensar e planejar no canteiro de obras antes de sua execução, levando em consideração os fluxos de trabalho e interferências no canteiro. O planejamento do canteiro é muito importante, pois a falta deste impactará na produção desde o início até o final da construção. E, segundo abordagem dos engenheiros, muitas vezes este planejamento não é feito:

> A parte do canteiro é muito importante se trabalhar nela antes, pois um canteiro mal localizado dentro de uma obra pode te arrebentar depois, por questão de fluxo, logística de canteiro na obra [...] quando você consegue um terreno do lado e que o pessoal não vai construir ali tão cedo, aí você tá tranquilo. Mas quando você não consegue, tem que pensar muito bem como que vai relocar seu canteiro ali. (Engenheiro 17)

> A culpa é do engenheiro da obra. A gente tenta projetar e planejar da melhor forma possível [...] nem sempre funciona do jeito que a gente planejou [...] a rua é estreita e o caminhão não manobra, vai chegar o material e vai colocar onde? [...] Isso é tão difícil, a gente fala, aprende em faculdade, só que a gente não tem o hábito de planejar. Dá pra fazer! Mas a gente não planeja. (Engenheiro 5)

Além da importância em relação à logística de canteiro e fluxos de produção, alguns engenheiros mencionam a importância da limpeza e posicionamento dos cômodos no canteiro para satisfação e motivação dos funcionários. O Engenheiro 6 menciona:

> Através do canteiro de obras você dá a mensagem aos funcionários o quanto você se preocupa com eles. Você faz um refeitório bacana, ventilado, coloca uma televisão, faz um banheiro grande [...] a mensagem que você passa é: estou cuidando de vocês, eu quero que vocês tenham um ambiente de trabalho bacana. [...] Isso reflete na produtividade dos funcionários.

Outra restrição relatada é o mau dimensionamento para instalações elétricas de forma atender a demanda do canteiro. Dimensionam-se as instalações elétricas para atender os equipamentos de maior porte, mas sempre outros equipamentos são utilizados simultaneamente, e isto não é previsto, ocasionando muita queda de tensão nesta fase inicial até que haja uma adequação das instalações. Esse dimensionamento errado ocasiona atraso, uma vez que a produção tem que parar para que sejam feitas as correções destes erros.

Outra restrição abordada refere-se à dificuldade de mão de obra nesta etapa inicial de preparação de canteiro. Para execução de instalações e infraestrutura provisória para o início dos serviços da obra existe a dificuldade de contratar mão de obra que trabalhe em um ambiente inicial sem infraestrutura, conforme abordagem do Engenheiro 6:

> É difícil contratar uma mão de obra qualificada para fazer esse tipo de serviço. Com a facilidade que os operários têm de sair às 10h e 15h estar em outra empresa, ele pode escolher [...] todos eles (os colaboradores) são incentivados por produção (pagamento feito por produção realizada), aí o cara olha e pensa: 'aqui não vou ter produção, vou ter que capinar, pegar sol, não tem água gelada, não tem banheiro... não vou ficar aqui.', então a gente acaba contratando uma mão de obra desqualificada para fazer uma etapa importantíssima que é o canteiro. Um canteiro mal feito é terrível!

Outra restrição abordada por grande parte dos entrevistados refere-se ao atraso das concessionárias para instalação provisória de energia e água do canteiro. Os entrevistados mencionam que os serviços são agendados, mas na maioria das vezes os técnicos das concessionárias não cumprem o agendamento. Os engenheiros mencionam que cobram diariamente o atendimento, mas não há comprometimento com este prazo, ficando os engenheiros sem saber quando serão feita estas instalações. Essa falta de previsão e comprometimento por parte das concessionárias inviabiliza o planejamento destas atividades, uma vez que se faz a previsão, mas essa foge do controle dos engenheiros.

Outras restrições são mencionadas em menor frequência pelos entrevistados, mas não deixam de ser relevantes:

- A falta de elaboração do laudo de vistoria da vizinhança, bem como a elaboração

mal feita deste. Esse laudo deve ser realizado (mesmo que de maneira tardia), pois ocorrem danos nas edificações vizinhas e não se sabe se as avarias são decorrentes dos processos iniciais da obra ou se essas avarias já existiam. Se o laudo é realizado depois do início das atividades da obra, acaba gerando atraso nos processos já iniciados;

- Durante a locação da obra, a falta de conferência e controle dos serviços topográficos causam erros e esses levam ao atraso dos serviços subsequentes;
- O Engenheiro 17 menciona que deve ser feito um estudo exaustivo de sondagem, e de maneira antecipada, pois uma restrição de obra é uma execução mal feita da atividade de sondagem. O entrevistado refere-se especificamente a cidade de Vitória/ES, devido à heterogeneidade constante dos terrenos:

> Os terrenos são extremamente heterogêneos, o que inviabiliza até mesmo os serviços de sondagens. Isso gera uma série de imprevistos e surpresas, atrasando os serviços referentes à infraestrutura devido à heterogeneidade dos terrenos de Vitória.

- O Engenheiro 10 menciona que o registro para liberação do alvará de construção pode ser uma restrição, se não houver planejamento em relação ao prazo para este registro. Menciona que os prazos e a execução deste registro variam de cartório para cartório. Apesar de a legislação ser a mesma, cada oficial de cartório interpreta de uma maneira. Devido a isso, os engenheiros acabam aprendendo a partir do erro, pois se adaptam aos prazos dos cartórios específicos das regiões.

**Limpeza de obra**

Alguns problemas relatados pelos engenheiros, em relação ao processo de limpeza permanente de obra e retirada de entulhos, tem como causa a cultura do setor. Para o contexto desta pesquisa esses problemas não são aqui caracterizados como restrições.

O Engenheiro 1 menciona: *"O fato do funcionário não se importar com a área suja e desorganizada é um problema cultural."* Esse fato faz com que os funcionários não tenham comprometimento com estes serviços. O Engenheiro 6 menciona que uma maneira de incentivar a mão de obra à fazer limpeza permanente e segregação do lixo é colocar a alta administração (diretores, engenheiros, técnicos, encarregados)

como referência, para que esses demonstrem ao funcionário a importância de um ambiente limpo e para que os funcionários criem uma consciência ambiental. Dessa maneira, cria-se uma responsabilidade de limpeza da obra dentro do serviço específico dos funcionários. O Engenheiro 7 complementa: "O *funcionário precisa entender porque ele precisa fazer isso (a segregação do lixo) pois na casa dele ele não faz. Tudo que envolve meio ambiente é cultura [...] não é que a empresa não quer fazer, o difícil é colocar no funcionário a cultura de fazer."*

Outra maneira de incentivar o funcionário é pagando um valor extra na sua produção, caso este funcionário deixe o seu ambiente de trabalho limpo:

> Se ele trabalha para receber 200 reais de produção, mas deixou o local de trabalho sujo, ele é descontado (por exemplo, recebe somente 100 reais) e é explicado para ele por que foi descontado. Ele tem que entender que descontou dele porque teve que pagar outra pessoa para limpar o que ele deixou sujo. Isso é um incentivo à educação. (Engenheiro 6)

Uma restrição abordada pelos entrevistados é a falta de mão de obra para execução dos serviços de limpeza. Esses mencionam que, normalmente, a equipe que trabalha com estes serviços de limpeza e apoio são funcionários que trabalham há mais de três anos na empresa, o que demonstra a importância de fidelizar esta equipe.

Os engenheiros também abordam que a quantidade de mão de obra orçada para as equipes de limpeza, transporte, segregação, armazenamento e destinação de entulho não é suficiente para atender a demanda desse serviço, conforme Engenheiro 15: *"Ou você executa a atividade, ou você limpa. A equipe é um terço do volume que tem na obra para limpeza."* Esse orçamento errôneo causa a falta de mão de obra para as atividades de limpeza permanente de obra.

Para agravar essa situação, os funcionários da equipe de limpeza acabam sendo relocados para outras frentes de serviço devido ao absenteísmo das demais equipes de produção:

> A cultura do setor é dar prioridade à produção. Se o serviço de limpeza começa a agarrar a produção, você dá prioridade para a produção. Assim, os funcionários da equipe de limpeza são relocados para suprir os funcionários das equipes de produção que faltaram no dia. (Engenheiro 8)

O Engenheiro 9 enfatiza: *"Devido ao absenteísmo das equipes, quem supre estes funcionários são os funcionários da equipe de limpeza."*

**Transporte de material**

Os engenheiros mencionam que as principais restrições para transporte de materiais ocorrem na fase de acabamento das obras. A etapa de revestimentos (tanto interno quanto externo) exige o transporte constante de materiais para os pavimentos onde ocorrem estas atividades. Se não houver planejamento e logística, o elevador da obra não consegue atender a demanda de transporte para suprir estes serviços, o que inviabiliza a execução destes por falta de transporte dos materiais para os pavimentos. Os entrevistados enfatizam que estes serviços param não por falta de material, e sim devido à demanda do elevador. Uma solução adotada por alguns engenheiros para minimizar o impacto destes atrasos é usufruir de tecnologias disponíveis no mercado, como argamassas projetadas e gruas. Porém ainda são poucas as empresas que investem em tecnologias devido a um paradigma cultural de complexa modificação.

> O transporte de materiais é crítico na fase de revestimento. O prazo é apertado, a equipe tem produtividade, então o volume de material que sobe para os pavimentos é muito grande. Se a empresa utilizasse argamassa projetada, reduziria significativamente o problema. A argamassa é feita nos pavimentos, a projeção é rápida. Mas precisa de mão de obra especializada, e ninguém quer pagar a mais por esse processo [...] A grua resolve 100% esse problema. Mas o custo é caro, e o empresário não vê o benefício desse equipamento à longo prazo [...] O brasileiro é muito convencionalista. Ninguém quer o novo. Querem trabalhar com as mesmas coisas sempre. (Engenheiro 14)

Outra solução é fazer escalas de equipes e serviços, conforme aborda o Engenheiro 4: *"Um solução é não trabalhar com equipes simultâneas. A equipe que faz o contrapiso trabalha somente na parte da tarde, e pela manhã com chapisco. Trabalhar com permutação de equipes."*

Como consequência dessa superlotação dos equipamentos de transporte (que normalmente referem-se ao elevador de obra), outra restrição é gerada: constantes defeitos nestes equipamentos, uma vez que a demanda é grande e os equipamentos trabalham muito além de sua vida útil. Além disso, não é feita manutenção regular nos equipamentos, conforme aborda o Engenheiro 14: *"A prancha não para, a não ser quando dá problema. E dá problema. Os equipamentos são velhos, a manutenção é precária. Imagina um carro rodar 30 mil quilômetros sem manutenção? Não tem como não dá problema em alguma coisa."*

Outras restrições são abordadas em menor frequência pelos entrevistados:

- O atendimento às exigências do Ministério do Trabalho em relação ao uso e manutenção do elevador de obra pode ser uma restrição se não forem conhecidas e analisadas em tempo hábil;
- A falta de planejamento faz com que as empresas optem por utilizar menos equipamentos do que realmente é necessário (falta de equipamento como restrição). Além disso, essa falta de planejamento faz com que não sejam compatibilizados os materiais aos equipamentos de transporte específicos. Assim, muitos materiais leves são transportados por equipamentos pesados, conforme aborda o Engenheiro 16:

> O empresário (no caso, o diretor da empresa) não confia em colocar o equipamento na obra, pois acha que a obra não vai usar aquele equipamento ao máximo. Algumas vezes realmente o equipamento fica ocioso, mas é uma questão de planejamento. Planejamento no sentido de respeitar o prazo de execução dos serviços de revestimento. Por exemplo, o contrapiso pode ser transportado por um equipamento específico, não precisa utilizar a prancha para esse serviço [...] Um dos grandes problemas de transporte que atrapalha é o transporte leve [...] Tem que utilizar o carrinho de mão para fazer transporte leve, e não o elevador da obra.

- A quantidade de equipamentos de transporte vertical disponíveis no mercado não consegue atender a alta demanda. Ou seja, falta equipamento no mercado para atender a demanda atual do setor.

**Trabalhos em terra**

Nos processos referentes aos trabalhos em terra, os engenheiros mencionam restrições no que tange às condições climáticas e exigências ambientais.

A chuva é uma restrição que inviabiliza os trabalhos em terra. Os equipamentos ficam ociosos, o prazo desses processos se estende e os custos de locação de equipamentos aumentam. O custo extra de mão de obra também aumenta, devido à sua ociosidade. Uma sugestão dos profissionais é analisar quais os períodos do ano com maior incidência de chuvas nas regiões específicas da edificação que será construída, e evitar fazer lançamentos destas obras nestes períodos.

Outra restrição abordada são as licenças ambientais, como por exemplo, para retirada de árvores no terreno. A causa dessa restrição deve-se à falta de verificação prévia do terreno para analisar se há algum obstáculo para remoção. Quando se tem uma árvore no terreno deve-se pedir liberação na prefeitura para retirada da mesma.

Este prazo deve ser mensurado com antecedência, e isso deve ser incluso no orçamento e planejamento da obra. Quando se faz corte ou aterro, deve-se ter licença específica para transporte deste material e descarte dos mesmos. Os engenheiros mencionam que antigamente essas questões ambientais não eram restrições, pois não havia exigência neste sentido.

Em relação à legislação ambiental, os engenheiros mencionam que o setor não está preparado para atender às exigências dos órgãos fiscalizadores, por dois motivos principais: falta de conhecimento específico das leis e por ainda não terem se adaptado a estas exigências e suas documentações. Em algumas regiões, exige-se licença para transporte e movimento de terra. Esse serviço torna-se burocrático e os engenheiros devem começar a trabalhar antecipadamente para conseguir, em tempo hábil, o licenciamento junto aos órgãos ambientais, conforme menciona o Engenheiro 7:

> Eu acho que nós engenheiros não temos o hábito de se apegar à burocracia [...] a gente não tem uma disciplina na faculdade que fala desta parte burocrática, do que é necessário para começar um empreendimento [...] a gente aprende na pancada.

Outras restrições são abordadas pelos profissionais neste processo de trabalhos em terra:

- Defeitos nos equipamentos para movimentação de terra, devido a falta de manutenção destes;
- Ruído dos maquinários (principalmente quando se faz desmonte de rocha), o que acarreta muita reclamação dos vizinhos;
- Falta de equipamento para suprir a demanda.

### 4.1.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 1

A tabela 4 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 1 – serviços iniciais.

Tabela 4 – Síntese dos resultados da Etapa 1 de Serviços iniciais

| Processos construtivos da etapa de Serviços Iniciais | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Serviço Técnicos | Projetos | Falta, modificações e incompatibilidades de projeto | X | | Cultura do setor de se planejar somente na iminência de início de atividades. |
| | | | | | Falta de planejamento para contratação dos projetistas em tempo hábil para elaboração dos projetos para produção. |
| | Projetos | Falta de fornecedores de projetos | | X | Alta demanda do setor e poucos escritórios de projetos. |
| Serviços preliminares e instalações provisórias | Outras restrições | Falta de licenças ambientais | X | | Cultura do setor de se planejar somente na iminência de início de atividades:<br>Falta de planejamento para pedido de licenças de demolição em tempo hábil para para produção. |
| | Outras restrições | Falta de espaço físico no terreno | X | | Falta de planejamento durante etapa de concepção do empreendimento em prever espaço para instalação de canteiro. |
| | Outras restrições | Interferências no canteiro | X | | Falta de planejamento dos fluxos de produção para delimitação dos espaços do canteiro de obras |
| | Projetos | Mau dimensionamento de projetos de instalação | X | | Alta demanda do setor faz os projetistas elaborarem projetos de maneira corrida para atender a da demanda de produção no canteiro de obra.<br>Falta de planejamento por parte da obra de não solicitar o projeto com antecedência. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra | | X | Dificuldade de contratação de mão de obra devido a pouca infraestrutura do canteiro no início da execução de obra. O colaborador não quer trabalhar em um ambiente com pouca infraestrutura. |
| | Outras restrições | Atraso das concessionárias | | X | Falta de cumprimento dos prazos de atendimento por parte das concessionárias. |
| | Processo | Atividade não executada | X | | Falta de planejamento e execução do laudo de vistoria de vizinhança gera atraso dos processos uma vez que esse laudo deve ser realizado antes do início das atidades, ou mesmo durante a execução dos processos iniciais da obra. |
| | Processo | Atividade não executada - erros de execução | X | | Falta de planejamento e execução das sondagens, ou mesmo execução mal feita. |
| | Processo | Erros de topografia - Retrabalho | X | | Falta de controle e conferência dos serviços topográficos. |
| Limpeza de obra | Mão de obra | Falta de mão de obra | | X | Dificuldade em encontrar mão de obra para serviços de limpeza. |
| | | | X | | Orçamento elaborado errado (previsão de equipe insuficiente). |
| | Mão de obra | Relocação de equipes | X | | Absenteísmo das equipes de produção faz com que essas sejam supridas por colaboradores da equipe de limpeza. |

Tabela 4 – Síntese dos resultados da Etapa 1 de Serviços iniciais (continuação)

| Processos construtivos da etapa de Serviços Iniciais | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Transporte de material | Máquinas e equipamentos | Superlotação dos equipamentos de transporte | X | | Falta de planejamento e logística para que os equipamentos de transporte consigam atender a demanda da obra. |
| | Máquinas e equipamentos | Defeitos nos equipamentos | X | | Falta de manutenção e controle de vida útil dos equipamentos. |
| | Outras restrições | Falta de atendimento às leis do Ministério do Trabalho | X | | Falta de conhecimento das exigências do Ministério do Trabalho. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamentos | X | | Falta de planejamento da obra para quantificar a quantidade de equipamentos necessária. Erros no orçamento (quantidade de equipamentos insuficiente). |
| | | | | X | Falta de equipamento no mercado para atendimento da demanda do setor. |
| Trabalhos em terra | Outras restrições | Chuva | | X | Condições climáticas. |
| | Outras restrições | Falta de licenças ambientais | X | | Falta de verificação prévia do terreno para solicitação de licenças ambientais. Falta de conhecimento das leis ambientais. |
| | Máquinas e equipamentos | Defeitos nos equipamentos | X | | Falta de manutenção. |
| | Máquinas e equipamentos | Vizinhança - reclamações | | X | Ruídos dos equipamentos. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamento | | X | Poucos fornecedores para atender a demanda do setor. |

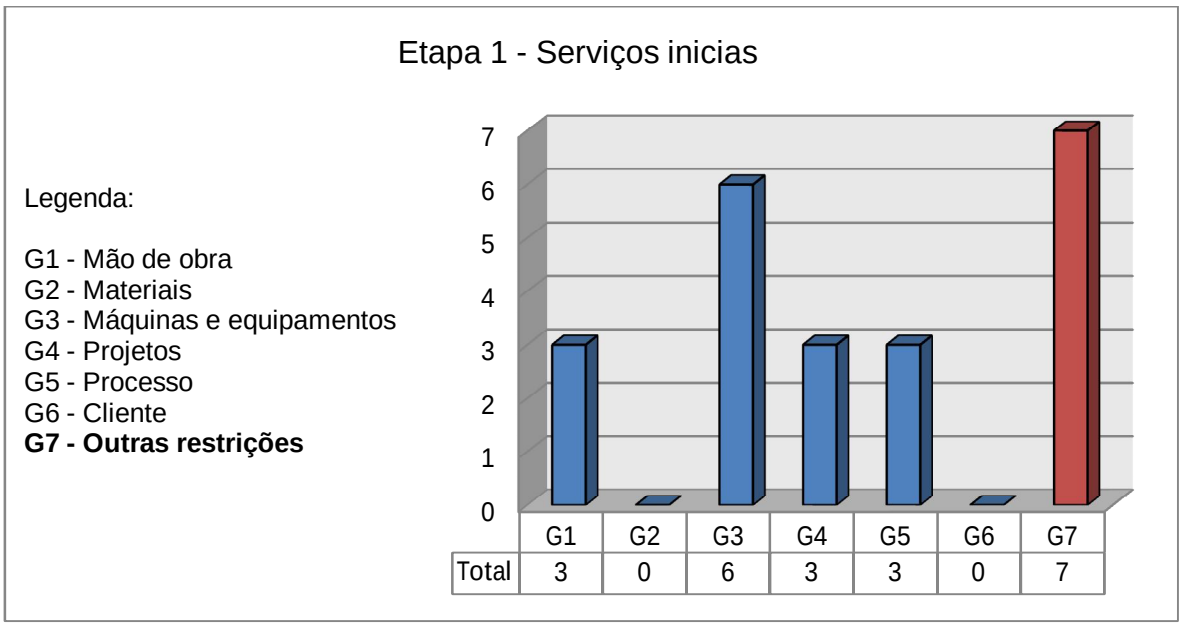
Fonte: Elaborado pela autora

Como observado na tabela 4, a maioria das restrições desta etapa 1 foram classificadas no grupo “Outras restrições”. De maneira sintética, essas restrições referem-se à:

- Legislação;
- Fluxos de produção e espaço físico no canteiro;
- Concessionárias;
- Condições climáticas.

Na tabela 4 constam 22 restrições. A figura 12 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 1.

Figura 12 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 1




Fonte: elaborado pela autora

## 4.2 ETAPA 2 - INFRAESTRUTURA E OBRAS COMPLEMENTARES

Na etapa de Infraestrutura e obras complementares foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Escoramento de vizinhos e do terreno: contenções no muro vizinho, estacas de contenção tipo “pirulito”, etc.;
- Rebaixamento de lençol de água e drenagens: esgotamento, utilização de bombas de drenagem, etc.;
- Preparo de fundações: corte de rochas e lastros;
- Fundações superficiais: sapatas, vigas baldrame, etc.;
- Fundações profundas: locação de estacas, execução de estacas pré-moldadas, hélice contínua, metálica etc.;
- Provas de carga: em estacas e sobre terreno de fundação.

De maneira geral, nesta etapa de infraestrutura e obras complementares os engenheiros mencionam que a ocorrência de chuvas é um fator determinante para a produção, sendo essa a principal restrição abordada para essa etapa:

*"Na fundação não tem nada que dificulte mais que chuva. Tivemos um problema que deu uma chuva tão forte, saturou o terreno vizinho e a carga de terra saturada dele derrubou o nosso 'pirulito'*[9]*. Deu um retrabalho danado."* (Engenheiro 7)

Cabe salientar que a etapa de infraestrutura faz parte do caminho crítico do cronograma de execução de um edifício. Ou seja, caso haja atraso nos processos referentes à etapa de infraestrutura, os prazos das demais etapas subsequentes ficarão comprometidos, necessitando de planos de ações ou mesmo revisão do prazo da obra e, consequentemente, dos planos de longo, médio e curto prazo.

Além disso, de acordo com os entrevistados, a etapa de infraestrutura é a de maior ocorrência de atrasos e imprevistos (conforme figura 22 no item 4.12) exigindo assim um alto grau de controle por parte de todos os envolvidos nos processos dessa etapa, conforme aborda o Engenheiro 17:

> A infra é a parte da obra que você vai lidar mais com imprevisto [...] você não tem como enxergar o que 'tá' debaixo da terra. Tem como fazer uma boa sondagem, experiência do projetista, sondar o terreno vizinho, mas é onde você lida mais com imprevisto. E quanto mais imprevisto, mais você tem que se preparar pra ele.

De acordo com Tisaka (2009), para cobrir eventuais incertezas decorrentes de omissão de serviços, quantitativos irrealistas ou insuficientes, projetos mal feitos ou mal definidos, especificações deficientes, inexistência de sondagem do terreno, entre outras restrições, insere-se a taxa de risco de um empreendimento (ou taxa de eventuais ou imprevistos) no orçamento da obra. Essa taxa, que é determinada em percentual sobre o custo direto da obra, depende de uma análise global do risco[10] do empreendimento em termos de custos. Ou seja, é mais fácil lançar uma verba no orçamento para os imprevistos do empreendimento, do que pensar e controlar as restrições dos processos.

A seguir, descrevem-se as restrições mencionadas pelos engenheiros para os processos da etapa de infraestrutura.

[9] As cortinas de contenção tipo 'pirulito' são pequenas estacas, muito utilizadas para contenções de terrenos vizinhos em subsolo de edifícios.

[10] De acordo com a NBR 14653-4 (ABNT, 2002, p. 5), define-se risco como "parte da incerteza que pode ser quantificada por probabilidade", e taxa de risco refere-se ao "componente da taxa mínima de atratividade destinado a remunerar o risco do empreendimento".

**Escoramento de vizinhos e do terreno**

De acordo com as percepções dos engenheiros, os projetos referentes a escoramento de terrenos vizinhos não são bem definidos e muitas vezes não são concebidos de forma a considerar a complexidade de execução do processo, o que dificulta sua execução. Um complicador é quando se tem pilares na divisa do terreno e os pilares estão no alinhamento da cortina de pirulito. Existe dificuldade em conter o terreno do vizinho fazendo o pilar da extremidade, principalmente quando o edifício tem subsolo:

> Hoje, a maneira como são concebidos os projetos de geotecnia, são muito criteriosos em relação aos vizinhos. Isso pode atrapalhar muito a sua fundação (no sentido de atrasar o prazo da fundação) [...] O projeto deve ser dimensionado de forma a evitar o máximo de pilares e vigas de periferia. (Engenheiro 17)

> Indiscutivelmente os projetistas que trabalham nestas áreas (de geotecnia e estruturas de fundação) conhecem muito de estrutura. Eles são muito bons. Mas às vezes, a impressão que dá é que eles conhecem muito de dimensionamento, mas tem um conhecimento restrito do processo. Eles concebem os projetos estruturais, mas não analisam se àquela estrutura é viável de ser construída naquele loteamento específico. Você tem que analisar o contorno. Tem que ver o que tem do lado. (Engenheiro 14)

Os engenheiros mencionam que uma restrição refere-se às constantes reclamações dos vizinhos devido aos ruídos de maquinários. Devem-se atender restritamente os níveis de ruídos e horários respectivos conforme a “Lei do Silêncio” determinada pelo Ministério Público Estadual.

Os engenheiros mencionam que nesta etapa é difícil o inter-relacionamento com os vizinhos, conforme aborda o Engenheiro 5: *“Quando o vizinho está disposto a ajudar e entender, ótimo. Se ele está disposto a criar problema, ele vai criar. É um problema de inter-relacionamento.”*

Conforme já abordado na etapa de serviços iniciais, os engenheiros mencionam a importância de se fazer o laudo de vistoria de vizinhança, resguardando a obra e a empresa de futuras reclamações infundadas por parte dos moradores vizinhos. Se não houver planejamento para realização desse laudo, esse deverá ser feito depois do início efetivo das atividades da obra, atrasando os processos.

> O vizinho também é um fator restritivo grande, principalmente no que se refere a relacionamento. Tem que saber gerenciar, tomar as decisões cabíveis, de forma a ter o convívio mais amigável possível. Também deve ter cuidado para não assumir responsabilidade demais com a casa do vizinho, para que não sejam feitos serviços que não competem à obra. Isto se evita fazendo o laudo de vistoria. (Engenheiro 6)

Uma restrição abordada por um engenheiro é a falta de mão de obra qualificada para fazer a cortina de contenção tipo “pirulito”.

**Rebaixo de lençol de água e drenagens**

Grande parte dos engenheiros menciona que as principais restrições em relação aos processos de esgotamento e drenagem são: falta de equipamento disponível no mercado e falta de fornecedor de equipamento para suprir a demanda.

Também mencionam: constantes defeitos nos equipamentos, devido à falta de manutenção desses, e poucos equipamentos na obra, devido a erros de quantificação durante fase de orçamento, orçando uma quantidade inferior ao que realmente a obra necessita.

Relatam atentar também para demanda de energia dos equipamentos. Muitas vezes ocorre dimensionamento errado do projeto elétrico, sendo esse executado e não conseguindo atender à demanda dos equipamentos. O maior problema é quando os equipamentos de esgotamento de lençol e drenagens param de funcionar no período noturno, no qual normalmente não há expediente de trabalho. Durante a noite, o lençol de água se expande até o nível da fundação, inundando-a e deixando os serviços impraticáveis na área durante o período diurno seguinte.

> O equipamento exige energia. Dependendo da área que você vai colocar uma rede normal de baixa tensão, você não consegue alimentar o equipamento [...] Se falta energia em um dia, e sempre falta de noite, você chega de manhã e ‘tá’ tudo alagado. Perde metade do dia para esgotar aquilo lá. (Engenheiro 17)

O ruído emitido por estes equipamentos é a causa para constantes reclamações por parte dos vizinhos, levando o responsável da obra suspender o funcionamento dos equipamentos em determinados períodos do dia.

**Preparo de fundações: corte de rochas e lastros**

Nas atividades de corte de rochas, os entrevistados mencionam que esse serviço é de complexa execução e com alto grau de imprecisão. Quando a necessidade de corte de rocha é identificada antes da elaboração do orçamento, torna-se mais fácil o planejamento e controle desta atividade. O problema é quando a sondagem não identifica a presença de rocha no terreno. Os custos aumentam, pois essa atividade

não foi prevista em orçamento e consequentemente não foi planejada, gerando atraso. Os responsáveis pela obra devem estudar a melhor maneira para executar essa atividade e o estudo pode ser demorado, gerando atraso no processo e nas demais atividades sequentes. O uso de explosivos é inviável, uma vez que pode danificar as edificações vizinhas e criar desgaste no relacionamento com os vizinhos devido aos ruídos e poeira decorrentes do processo.

Os engenheiros mencionam que uma maneira de mitigar esses problemas é fazer um estudo criterioso de sondagem. Os entrevistados mencionam que a forma como as sondagens são feitas é uma restrição, uma vez que este processo ainda é artesanal e exercido da mesma maneira há muitos anos, conforme aborda o engenheiro 10: *"Tem 20 anos que eu me formei. Tem 20 anos que a sondagem é feita da mesma forma".* Inovações tecnológicas são fundamentais neste sentido, para reduzir o grau de incerteza desta etapa.

Outras restrições são abordadas em menor frequência pelos entrevistados, como defeitos nos equipamentos, devido à falta de manutenção, e falta de equipamento no mercado para atender a demanda do setor.

**Fundações superficiais**

Os entrevistados mencionam poucas restrições para fundações superficiais, uma vez que essas ocorrem em menor frequência em relação às fundações profundas. Os engenheiros mencionam a ocorrência de chuva como um fator impactante no prazo. Além disto, dependendo da profundidade da fundação, o rebaixamento de lençol pode ser uma restrição, conforme descrições do item anterior: os equipamentos dão defeitos devido à falta de manutenção e, muitas vezes, esses defeitos ocorrem no período noturno.

Os engenheiros mencionam que, como a etapa de fundação é um gargalo, é importante criar parceiros para fornecimento de serviços, pois existem poucos fornecedores de máquinas e equipamentos no estado. Assim, poderá haver atraso no prazo não por problemas durante a execução, mas sim por não conseguir fornecedor que atenda no prazo necessário.

O Engenheiro 10 ressalta atenção para os problemas sazonais do mercado e enfatiza que a falta de comunicação pode ser uma restrição em qualquer fase executiva:

> Existem problemas sazonais, como falta de aço, por exemplo, que houve um tempo atrás. Isso tem que saber. O profissional tem que estar sabendo das conjunturas do mercado. [...] Esses problemas tem que ser passados de setor para setor, nas reuniões semanais. Por exemplo, em relação à falta de material: o setor de suprimento sabe, mas o pessoal da obra pode não saber, e isso deve ser informado, além do engenheiro da obra ficar atento ao mercado. Tem que disseminar essa informação.

**Fundações profundas**

Muitas restrições são abordadas no processo de fundações profundas, principalmente relacionadas ao grupo de projetos.

A principal restrição abordada refere-se às constantes modificações de projetos. Essas modificações ocorrem devido a vários fatores: incertezas e imprecisões dos resultados de sondagem, locação errônea de estacas, estaqueamento mal executado, grandes excentricidades, entre outros. *"Fundação profunda é uma etapa que sempre dá problema. É uma coisa que começa e nunca termina com o mesmo projeto."* (Engenheiro 5)

Os engenheiros mencionam que nesta etapa frequentemente ocorrem situações onde as atividades estão na iminência de começar e os projetos modificados ainda não se encontram na obra. Uma das razões para esse problema deve-se a falta de planejamento das empresas em contratar antecipadamente os projetistas para concepção e elaboração dos projetos de infraestrutura. O atraso na entrega dos projetos modificados geram altos custos de hora parada do equipamento de bate-estaca, conforme verbalização do Engenheiro 1:

> A fundação profunda é aquela coisa: você fez o estaqueamento, aí tem estaca que ficou excêntrica[11] e você tem que levantar isso e mandar para o projetista, e ele tem que dar uma resposta de forma rápida [...] em fundação você não pode demorar. Se o bate-estaca fica parado vai pagar hora parada dele, e nem sempre você pode jogar ele para o lado pra depois voltar.

[11] De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010) uma fundação é submetida a cargas excêntricas quando: a) há uma força vertical cujo eixo não passa pelo centro de gravidade da superfície de contato da fundação com o solo; b) há forças horizontais situadas fora do plano da base da fundação; c) há qualquer outra composição de forças que gerem momentos na fundação. Quando ocorre qualquer uma dessas situações diz-se que houve excentricidade das estacas, tirando-as de seu eixo e/ou posição conforme projeto.

O Engenheiro 17 corrobora a afirmação:

> Dependendo do que acontecer ali (na fundação), você não consegue combater a excentricidade somente com uma viga. Talvez você tenha que cravar mais duas ou três estacas ali, e ai você tem que estar com a máquina no local. [...] Tem que saber conciliar muito bem esse tipo de coisa na sua fundação, porque uma máquina parada, dependendo da máquina, é mais de três mil reais que se paga de aluguel por dia sem produzir. [...] Isso tem que ser muito bem acompanhado com os projetistas para não perder prazo.

Outra questão abordada nesta etapa de infraestrutura (e ao longo de todas as demais etapas) refere-se ao acompanhamento dos projetistas no ambiente de obra. A autora questiona os entrevistados se há este acompanhamento por parte dos profissionais de projetos. A maioria dos engenheiros tem resposta negativa:

> O trabalho deles (projetistas) é dentro do escritório, mas eles têm que olhar o local onde eles estão fazendo o projeto [...] é uma dificuldade marcar (com os projetistas) para ir à obra. Porque isso é como se fosse uma exceção do trabalho deles, e não deveria ser [...] eles devem achar que o tempo que eles estão na obra, é um tempo que eles não estão produzindo. (Engenheiro 4)

Devido à falta de acompanhamento dos projetistas na obra, muitas modificações de projetos não são realizadas em tempo hábil para produção. Se esses profissionais acompanhassem seus projetos na obra, as informações para as modificações dos projetos seriam difundidas em um menor tempo, o que reduziria os atrasos. Ballard (2000) afirma que no LPS™ o comprometimento da equipe é fator fundamental, e enfatiza que os compromissos que são assumidos dentro das metas do projeto devem ser assumidos por todos os envolvidos no processo.

Além disto, devido ao fato de não haver o acompanhamento dos projetistas na obra, os engenheiros são quem suprem os mesmos com soluções para as modificações, conforme aborda o Engenheiro 2:

> Hoje, 100% das nossas obras têm projetos inconsistentes. Os projetos inconsistentes geram o atropelamento de tudo dentro da obra [...] Você espera as decisões dos projetos, tendo depois que atuar em replanilhamento, aditivos (contratuais), e tudo mais dentro das obras. Surge um monte de itens que você não tem na planilha da obra para receber. Há então este processo de revisão [...] Muitas vezes eles (os escritórios de projetos) se escoram no nossa experiência para a gente poder dar solução de projeto. E hoje isso está acontecendo em 100% das nossas obras [...] o projeto é um problema crônico!

Outras restrições abordadas em menor frequência, mas não menos importantes, são descritas a seguir:

- Falta equipamento e fornecedores no mercado para suprir a alta demanda do setor. Para minimizar o impacto destas restrições os engenheiros fazem

parcerias com os fornecedores para que estes os atendam independente de sua demanda;

- Constantes defeitos nos equipamentos, conforme aborda o Engenheiro 5:

> O bate estaca quebra constantemente. Muitas vezes um determinado maquinário está previsto para chegar tal dia na obra. Não chega porque ele quebrou na obra em que ele estava, atrasou a saída dele desta obra e, consequentemente, atrasa a chegada dele na próxima obra prevista para ele estar.

- Atraso na entrega do material devido à falta de planejamento e o não cumprimento dos horários programados para concretagem por parte das concreteiras. As equipes fiquem ociosas esperando o material;
- Inconsistência no tamanho da estaca conforme a sondagem e o projeto elaborado. Nesse caso, a causa pode ser tanto uma má execução da sondagem, como uma má elaboração do projeto;

Os engenheiros ressaltam que medidas preventivas e de controle básico devem ser tomadas para evitar restrições conforme descritas abaixo e consequentes atrasos e custos, como:

- Pesquisar o tipo de terreno e fundações das edificações vizinhas, evitando incompatibilidades de projetos;
- Conferir criteriosamente a locação de estacas de forma evitar modificações de projetos devido a uma locação errada.

**Provas de carga**

Com relação às provas de carga, este é um processo ainda em fase de adaptação pelo setor, visto que sua execução não era obrigatória. Os engenheiros mencionam que existe pouco conhecimento sobre a execução desse processo e sobre sua norma específica, além de poucos fornecedores especializados para fazê-lo. Isso faz com que o procedimento seja feito com pouca prática, gerando atraso e erros no processo. Alguns engenheiros opinam como sendo um procedimento caro e desnecessário, devido ao rigor da norma e os coeficientes de segurança.

> Acho desnecessária a lei em relação à prova de carga [...] Impacta no custo e no prazo. A estaca muitas vezes rompe, rompe o bloco, aí tem que voltar com o bate-estaca, refazer cintas já escavadas [...] A norma foi muito rigorosa em relação ao coeficiente de segurança. Já existem muitas margens de segurança nos projetos, para fundação o coeficiente é 2 [...] além de ser uma atividade cara. (Engenheiro 6)

O engenheiro 17 menciona o cuidado que se deve ter na execução:

> Prova de carga hoje é caro e é obrigatório [...] principalmente a prova estática, tem que fazer uma estaca de reação para testar outra estaca. Aí você monta um sistema de ancoragem e de reação, que você carrega e puxa as outras para cima. Aquilo ali, se não for bem feito, pode espanar [...] é um ensaio que tem que ter cuidado [...] Antes ninguém fazia nada. Hoje é ele que libera a sua fundação.

Assim, uma grande restrição para esse processo é a falta de mão de obra qualificada, conforme aborda o Engenheiro 5:

> O problema é encontrar fornecedor que dê resultados confiáveis, em atendimento à norma [...] Nem os fornecedores nem os próprios engenheiros conhecem a norma específica de prova de carga, e nem sabem direito interpretar os resultados. Isso ocorre devido a prova de carga ser uma exigência recente. Antigamente não se fazia. (Engenheiro 5)

Os entrevistados abordam que o retorno dos resultados é demorado, atrasando os processos dessa etapa gerando ociosidade nos equipamentos. Muitos erros ocorrem no ato da execução do processo sendo necessário tomar decisões rápidas, mas isso se torna inviável devido à falta de acompanhamento dos projetistas no ato de execução.

### 4.2.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 2

A tabela 5 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 2 – Infraestrutura e obras complementares.

Tabela 5 – Síntese dos resultados da Etapa 2 de Infraestrutura e obras complementares

| Processos construtivos da etapa de Infraestrutura e obras complementares | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| **Todos** | **Outras restrições** | **Chuva** | | X | **Condições climáticas** |
| Escoramento de vizinhos e do terreno | Projetos | Má concepção dos projetos de escoramento | X | | Os projetos não são feitos considerando a dificuldade do processo de contenção do terreno vizinho. Falta de conhecimento dos projetistas em relação à complexidade de execução do processo. |
| | Máquinas e equipamentos | Vizinhança - reclamações | | X | Ruídos de maquinários. |
| | Processo | Atividade não executada | X | | Falta de planejamento e execução do laudo de vistoria de vizinhança gera atraso dos processos uma vez que esse laudo deve ser realizado antes do início das atividades, ou mesmo durante a execução dos processos iniciais da obra. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada para execução de cortinas tipo 'pirulito'. |
| Rebaixamento de lençol de água e drenagens | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamento | | X | Falta de equipamento no mercado para atender a demanda do setor. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de fornecedores de equipamentos | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| | Projetos | Mau dimensionamento de projetos elétricos | X | | Falta de análise dos projetos para que esses sejam dimensionados de forma a atender a demanda de energia que os equipamentos da obra necessitam. |
| | Máquinas e equipamentos | Defeitos de equipamentos | X | | Falta de manutenção dos equipamentos. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamento | X | | Erros no orçamento - previsão de pouco equipamento para atender a demanda da obra. |
| | Máquinas e equipamentos | Vizinhança - reclamações | | X | Ruídos de maquinários. |
| Preparo das fundações: corte de rocha, lastros... | Processo | Alto grau de imprecisão do serviço | X | | Complexidade do processo. |
| | Processo | Erros de execução de sondagem | X | | Execução mal feita da atividade de sondagem. |
| | Máquinas e equipamentos | Defeitos de equipamentos | X | | Falta de manutenção dos equipamentos. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamento | | X | Falta de equipamento no mercado para atender a demanda do setor. |
| Fundações superficiais | Máquinas e equipamentos | Defeitos de equipamentos | X | | Falta de manutenção dos equipamentos. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de fornecedores de equipamentos | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| | Outras restrições | Restrições conjunturais do mercado | X | | Devido a falta de informação, muitas situações conjunturais do mercado não são conhecidas pelos engenheiros (como por exemplo, a falta de um determinado material no estado), gerando restrições por falta de conhecimento dessas situações e, consequentemente, falta de planejamento delas. |

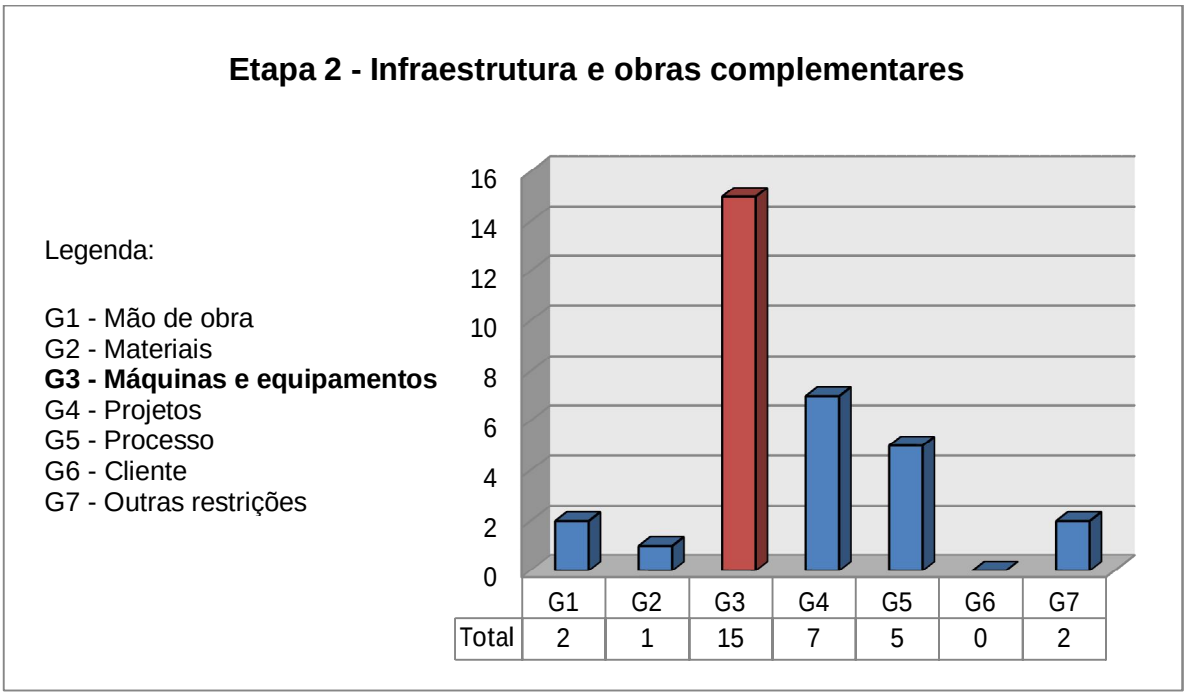
Tabela 5 – Síntese dos resultados da Etapa 2 de Infraestrutura e obras complementares (continuação)

| Processos construtivos da etapa de Infraestrutura e obras complementares | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Fundações profundas | Projetos | Falta de projetos | X | | Falta de planejamento para contratação dos projetistas em tempo hábil para elaboração dos projetos para produção. |
| | Projetos | Modificações de projetos | X | | Imprecisão do processo de sondagem, locação errônea de estacas, estaqueamento mal executado, etc. |
| | Máquinas e equipamentos | Máquinas e equipamentos ociosos | X | | Atraso na entrega dos projetos modificados. |
| | Projetos | Atraso na entrega do projeto modificado | X | | Cultura dos projetistas de não controlar e acompanhar a execução de seus projetos na obra, aumentando o tempo para que sejam feitas as modificações nos projetos. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de fornecedores | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamentos | | X | Falta de equipamento no mercado para atender a demanda do setor. |
| | Máquinas e equipamentos | Defeitos de equipamentos | X | | Falta de manutenção dos equipamentos. |
| | Materiais | Atraso de material | X | | Falta de planejamento por parte das concreteiras e não cumprimento dos horários programados para entrega do concreto. |
| | Projetos | Incompatibilidades entre projetos e resultados de sondagem | X | | Má elaboração dos projetos. |
| | Processo | | X | | Má execução do processo de sondagem que gera resultados inconsistentes. |
| Provas de carga | Processo | Atraso e erros no processo de prova de carga | X | | Falta de conhecimento sobre a execução do processo e a norma específica. Falta de acompanhamento dos projetistas na obra durante a execução do processo. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra | X | | Poucas empresas que executam o processo de prova de carga. |
| | Projetos | Atraso na entrega dos projetos modificados | X | | Falta de acompanhamento dos projetistas no ato da execução do processo faz com que demande muito tempo para fazer as modificações dos projetos. |
| | Máquinas e equipamentos | Ociosidade de equipamentos | X | | Enquanto isso os equipamentos ficam ociosos na obra, atrasando os demais processos. |

Fonte: Elaborado pela autora

Na tabela 5 constam 32 restrições. A figura 13 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 2.

Figura 13 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 2




Fonte: elaborado pela autora

Cabe ressaltar que, apesar de máquinas e equipamentos ser o grupo de restrições mais abordado nesta etapa, a principal restrição mencionada pelos engenheiros deve-se à ocorrência de chuvas, que inviabiliza todos os processos, gerando ociosidade de equipamentos, equipes, possíveis modificações de projetos, atrasos e custos extras.

## 4.3 ETAPA 3 - SUPRAESTRUTURA

Na etapa de Supraestrutura foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Formas: madeira, metálicas e escoramentos;
- Armações: corte e dobra, cordoalhas, etc.;
- Concretagem: execução, fornecimento e ensaios;
- Estrutura metálica.

**Formas**

"*A grande restrição das formas é a qualidade da mão de obra. Hoje o grande gargalo é carpinteiro"* (Engenheiro 17). O serviço de carpintaria é muito específico, exigindo mão de obra qualificada. Atualmente o mercado é carente de carpinteiros qualificados e há pouca renovação destes profissionais. Normalmente, a equipe de carpintaria é composta por profissionais mais velhos. Os novos profissionais que ingressam no setor não querem trabalhar como carpinteiros, por ser uma atividade complexa que exige qualificação.

> Hoje os nossos carpinteiros, a maioria, tem mais de 60 anos, e não existe renovação (de profissionais) [...] O cara que quer vir para construção civil quer ser pedreiro, porque dá mais chance para ele fazer 'bico' [...] o problema do carpinteiro que hoje a gente passa é a renovação. A renovação na carpintaria é muito pouca! (Engenheiro 7)

As empresas então contratam mão de obra pouco qualificada para execução deste processo causando baixa produtividade, retrabalhos, custos adicionais, além do aumento de rotatividade. O Engenheiro 7 menciona que reduziu a rotatividade de carpinteiros, fazendo um bom recrutamento e dando benefícios para fidelizar as equipes:

> Carpinteiro, hoje, não está fácil conseguir. E a gente consegue porque tem uma política de benefício boa, que interessa ao funcionário. Além disso, a gente tem um setor de RH muito bom, de recrutamento e seleção. Isto influencia muito em dois aspectos: recrutar e redução de rotatividade [...] Não é só contratar. Tem que fazer uma análise de perfil.

Os engenheiros enfatizam que o problema de falta de mão de obra é sazonal, devido às conjunturas do setor: grande quantidade de lançamentos de empreendimentos por parte das empresas, aumento da competitividade entre elas, baixo rigor na contratação de funcionários, falta de incentivo à qualificação profissional, entre muitos outros.

Os entrevistados mencionam que existem muitos erros nos orçamentos. Não há planejamento e previsão orçamentária para equipes de desforma, carregamento e descarregamento de escoramentos e demais materiais, o que causa a falta de mão de obra para realização dessas atividades. Essa falta de mão de obra gera uma nova restrição: os escoramentos ficam ociosos, permanecem mais tempo na obra, aumentando o prazo de aluguel e, consequentemente, os custos de locação desses equipamentos.

Os engenheiros mencionam que, quando há previsão para essas equipes de transporte e execução de escoramento, os custos de mão de obra são calculados, muitas vezes, com índices de produtividade atrasados. Por percepção, eles mencionam que os índices que mais possivelmente tenham variado nos últimos anos foram os índices de carpintaria.

O Engenheiro 7 faz uma importante ressalva em relação à segurança no trabalho: *"O maior índice de acidentes de trabalho é na atividade de forma. Isto é uma questão que envolve também a cultura do trabalhador, pois eles não usam EPI´s e EPC´s*[12]*."* Essa abordagem demonstra que há necessidade de um maior controle nessa etapa da obra. Além disso, é importante ressaltar a importância de conscientizar o trabalhador no uso adequado dos equipamentos de proteção, a fim de minimizar o máximo possível o índice de acidentes nesta etapa.

Outras restrições são mencionadas pelos entrevistados, como:

- Constantes modificações, incompatibilidades e falta de detalhamento dos projetos;
- O transporte de formas, principalmente metálica, dificulta principalmente quando se iniciam os processos de revestimento. Deve-se planejar o transporte destes materiais;
- O Engenheiro 10 menciona que a complexidade de determinados processos acabam gerando o atraso deles. Como exemplo: as formas de escada são de complexa execução. Uma maneira de reduzir essa restrição seria utilizar escadas pré-moldadas. Porém a construtora tem que adaptar o projeto arquitetônico e estrutural de acordo com o projeto do fornecedor de pré-moldados, e essa adaptação não é feita em tempo hábil:

  > Todos os processos da escada são problemáticos, principalmente a forma dela. Se você faz pré-moldada resolve o problema. Aí entra o projeto [...] você deve adequar o projeto estrutural e arquitetônico para a escada pré-moldada do fornecedor. (Engenheiro 10)

- Falta de fornecedores de escoramento metálico. Com esta abordagem os engenheiros mais uma vez mencionam sobre a fidelização e parcerias com os fornecedores, para minimizar os impactos na produção devido à falta desses.

[12] EPI refere-se aos Equipamentos de Proteção Individual para segurança do colaborador, e EPC refere-se aos Equipamentos de Proteção Coletiva para segurança dos colaboradores.

**Armação**

A principal restrição abordada pelos entrevistados refere-se aos projetos de armação, principalmente os projetos de cordoalhas de aço para concreto protendido (cabos de protensão). É comum a ocorrência de erros nesses projetos e esse é um problema que, se não visto em tempo hábil, pode acarretar sérios danos estruturais. O Engenheiro 9 exemplifica um problema grave ocorrido em relação ao projeto de cabos de protensão:

> O projeto estava errado. O cabo era para passar no meio da seção. O cabo passou embaixo e suspendeu a laje [...] não sei como não caiu. Escorou-se tudo e foi fazendo recuperação por trecho. Levou seis meses para fazer a recuperação.

O Engenheiro 8 menciona também que, dependendo do tipo de projeto, falta mão de obra para atender a demanda, principalmente qualificada. A laje quando é protendida ou nervurada exige uma mão de obra um pouco mais qualificada do que a laje convencional.

A dificuldade de deslocamento vertical do aço também é uma restrição abordada pelos entrevistados. Conforme abordagem do Engenheiro 6, o Ministério do Trabalho não permite a elevação destes materiais utilizando determinados equipamentos, como o elevador de carga. A empresa vê-se forçada a alugar novos equipamentos, sendo que esses não estão previstos no orçamento da obra, gerando custos extras.

Outras restrições são abordadas para os processos de armações:

- Falta de material (principalmente cordoalhas) devido à alta demanda do setor;
- Os projetos são mal dimensionados, não há estudo no projeto devido à alta demanda dos escritórios o que faz com que esses projetos não prezem pela eficiência de produção.

**Concretagem**

Em relação ao processo de concretagem, os engenheiros mencionam que a maior restrição relaciona-se ao fornecimento, ou seja, falta material, pois existem poucas concreteiras para atender a demanda atual de mercado. Devido a está demanda, também mencionam que ocorrem constantes atrasos no fornecimento de concreto. Os Engenheiros mencionam que para minimizar o impacto dessas restrições criam-

se parcerias e contratos específicos com as concreteiras. Dependendo do tipo de contrato, uma determinada obra tem preferência de atendimento.

Os entrevistados também mencionam que a distância da usina de concreto à obra gera uma restrição de ociosidade das equipes. Dependendo dessa distância, a equipe fica ociosa devido ao intervalo grande entre a chegada de um caminhão e outro. Isso se deve aos poucos fornecedores de concreto no estado, deixando os engenheiros sem opções de escolha. Assim, o concreto ultrapassa o horário programado, gerando custos extras devido às horas extras dos funcionários. Isso também gera constantes reclamações dos vizinhos devido ao horário de trabalho excedido e os ruídos inerentes desse. Além destes problemas, o concreto pode endurecer na tubulação, causando defeito no equipamento e inviabilizando a execução do processo.

> São poucas concreteiras para atender a demanda, poucas de qualidade, pouca bomba, pouco caminhão, é uma atividade que quase sempre se replaneja. E essa reprogramação tem que ser feita de imediato, pois há um ciclo de concretagem, e os replanejamentos e reprogramações são feitos em um prazo muito curto devido ao ciclo de concretagem. (Engenheiro 6)

O Engenheiro 6 ainda enfatiza que a concretagem é um processo ligado diretamente a outros e, por isso, é muito susceptível às interferências. Se ocorrer atraso em uma tarefa antecedente, consequentemente o processo de concretagem também irá atrasar o seu início:

> A concretagem é um serviço muito susceptível à interferência, porque envolve escoramento, forma, carpintaria, armação, elevação por elevador ou guincho, transporte de materiais [...] é uma atividade que envolve diversas predecessoras, e se uma dessas der problemas, você tem que reprogramar. E você vai reprogramar com um fornecedor que está lotado de serviço, então provavelmente a melhor data pra você ele não vai ter. Vai ter uma data mais à frente. Então você fica dias com frentes de serviço paradas devido à falta da data ideal para você reprogramar. E como o contrato com esse forncedor é fechado, você não pode contratar outro, ficando engessado àquele fornecedor, não podendo adotar um plano B.

Outras restrições são abordadas pelos entrevistados:

- O concreto não adquire resistência. Essa restrição pode ter várias causas: moldagem mal feita do corpo de prova pela obra, erros na dosagem do concreto pela concreteira, etc.;
- Abertura das formas no ato da concretagem devido à alta pressão do concreto, conforme aborda o Engenheiro 10:

> Uma restrição é que, durante a concretagem das lajes, a pressão de concretagem pode abrir as formas externas e isso não ser percebido por ninguém na obra [...] isso gera um problema durante o processo de revestimento externo, inviabilizando o uso do reboco projetado nas fachadas, pois sempre tem que fazer uma compensação na espessura do revestimento externo.

**Estrutura metálica**

Em relação às estruturas metálicas, foram feitas poucas abordagens pelos entrevistados devido ao fato de muitos deles não trabalharem com esse processo. Entre as restrições coletadas, pode-se descrever:

- Atraso na entrega dos materiais, devido a falta de planejamento e comprometimento dos fornecedores;
- Deficiências nos projetos devido à má elaboração desses. Por exigir um projeto muito específico, esses muitas vezes não são elaborados com o critério exigido;
- Falta de material no mercado, devido aos poucos fornecedores qualificados para atender a demanda;
- Mau dimensionamento de energia elétrica, pois os equipamentos necessários demandam muita energia e se essa não for bem dimensionada poderá inviabilizar a execução dos serviços e gerar atraso.

### 4.3.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 3

A tabela 6 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 3 – Supraestrutura.

Tabela 6 – Síntese dos resultados da Etapa 3 de Supraestrutura

| Processos construtivos da etapa de Supraestrutura | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Formas | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Os novos profissionais que ingressam no setor não querem trabalhar com carpintaria por ser um serviço que exige qualificação.<br>Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | Mão de obra | Baixa produtividade | X | | Contratação de mão de obra pouco qualificada. |
| | Mão de obra | Alta rotatividade | X | | Falta de incentivo e políticas de benefícios para fixar os funcionários na empresa. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra | X | | Erros orçamentários: índices errados para cálculo de equipes, falta de previsão de equipes para determinadas atividades, como desforma, transporte de materiais, etc. |
| | Mão de obra | Ociosidade de equipamentos | X | | Falta de mão de obra para transporte de equipamentos devido a falta de previsão orçamentária para contratação dessas equipes de transporte gera ociosidade dos equipamentos. |
| | Projetos | Modificações e incompatibilidade de projetos | X | | Falta de compatibilização de projetos por parte dos escritórios. |
| | Processo | Eros de execução - principalmente forma de escada | X | | Complexidade de execução do processo em si e falta de planejamento por parte das empresas de contratar projetos industrializados para simplificação desses processos, como por exemplo: uso de escadas pré-moldadas. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de fornecedores de escoramentos | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| Armações | Projetos | Erros nos projetos de cabos de protensão | X | | Alta demanda dos escritórios projetistas, inviabilizando uma análise criteriosa dos projetos. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra | | X | Alta demanda do setor e pouca mão de obra qualificada. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta equipamento para transporte de materiais | X | | Falta de previsão orçamentária para locação de equipamentos de transporte. |
| | Materiais | Falta de material (cordoalhas) | | X | Alta demanda do setor. |
| | Projetos | Mau dimensionamento de projetos | X | | Alta demanda dos escritórios projetistas, inviabilizando uma análise criteriosa dos projetos. |

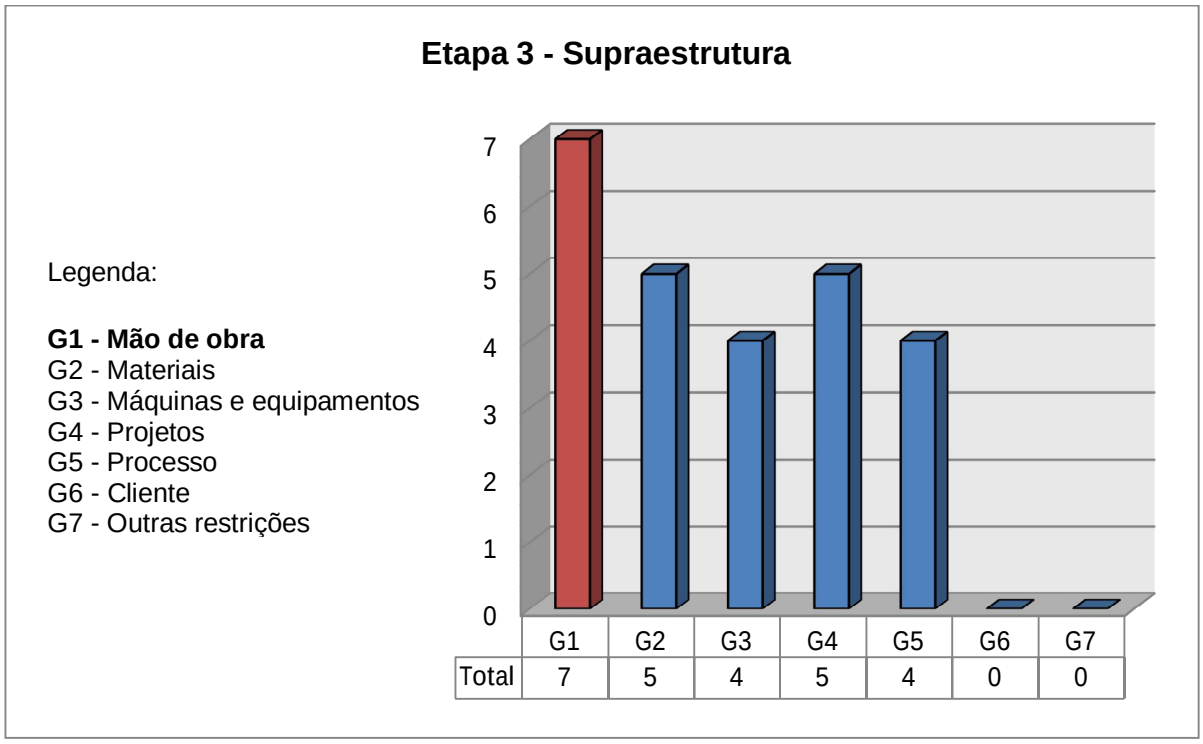
Tabela 6 – Síntese dos resultados da Etapa 3 de Supraestrutura (continuação)

| Processos construtivos da etapa de Supraestrutura | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Concretagem | Materiais | Falta de material | | X | Poucos fornecedores (concreteiras) para atender a demanda. |
| | Materiais | Atraso na entrega de materiais | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| | Mão de obra | Ociosidade de equipes | X | | Falta de fornecedores para atender a demanda, gerando atraso na entrega dos materiais e consequentemente, deixando as equipes ociosas. Falta de planejamento para relocação dessas equipes. |
| | Máquinas e equipamentos | Vizinhança - reclamações | X | | Com o atraso na entrega do concreto, a obra tem que trabalhar até mais tarde. Isso gera ruídos de maquinários até depois do expediente regular de trabalho. |
| | Máquinas e equipamentos | Defeito de equipamento | | X | Atraso na entrega do concreto e má execução da concretagem, esse material endurece na tubulação, causando defeito no equipamento. |
| | Processo | Atraso no processo antecessor | X | | Falta de planejamento e controle de processos de forma e armação. |
| | Processo | O concreto não adquire a resistência de projeto | X | | Erros decorrentes dos processos de moldagem do corpo de prova, dosagem errada do concreto, entre outros. |
| | Processo | Erros de execução do processo | X | | A má execução do processo de concretagem causa abertura das formas, gerando retrabalho. |
| Estruturas metálicas | Materiais | Atraso na entrega de materiais | X | | Falta de planejamento e comprometimento dos fornecedores. |
| | Projetos | Erros em projetos | X | | Projetos mal elaborados, falta de critério na elaboração desses projetos, etc. |
| | Materiais | Falta de material | | X | Falta de fornecedores qualificados para atender a demanda de mercado. |
| | Projetos | Mau dimensionamento de energia elétrica | X | | Os equipamentos necessários para execução desses processos demandam muita energia, e muitas vezes o dimensionamento feito não consegue atender essa demanda. |

Fonte: Elaborado pela autora

Na tabela 6 constam 25 restrições. A figura 14 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 3.

Figura 14 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 3




Fonte: elaborado pela autora

## 4.4 ETAPA 4 - PAREDES E PAINÉIS

Na etapa de Paredes e painéis foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Alvenarias de blocos: blocos cerâmicos e blocos de concreto;
- Alvenaria de *drywall*;
- Esquadrias de alumínio;
- Esquadrias de madeira;
- Vidros.

**Alvenarias de blocos**

A falta de mão de obra qualificada é uma restrição abordada pela maioria dos entrevistados no processo de paredes e painéis.

A falta de mão de obra qualificada gera outra restrição: o processo de alvenaria tem um alto índice de desperdício e a falta de mão de obra qualificada aumenta mais esse índice. Além disso, o material desperdiçado deve ser transportado, e o custo desse transporte não é apropriado no orçamento e as equipes não são previstas no planejamento. Essa é uma abordagem importante que remete um dos princípios da filosofia *Lean*: as atividades de transporte são atividades que não agregam valor ao produto final e, portanto, deve-se reduzir ao máximo a parcela dessas atividades.

Em relação principalmente à alvenaria de bloco estrutural, os engenheiros mencionam uma carência de projeto de paginação e qualidade do mesmo, conforme verbalização do Engenheiro 7: *"O ideal é que se tenha o projeto de alvenaria e nem sempre se tem, e quando se tem é na correria."* E complementa: *"O maior problema da alvenaria estrutural é que não pode fazer corte. Então, você tem que ter bons projetos de paginação."*

Outras restrições são abordadas pelos entrevistados:

- Faltam fornecedores de materiais paletizados (transportados em estrados de madeira). Os materiais paletizados, principalmente os blocos, reduzem o tempo de descarga e otimizam o transporte desses na obra;
- Baixa produtividade das equipes de assentamento dos blocos;
- Alto índice de absenteísmo, principalmente em relação à mão de obra empreitada. Os engenheiros mencionam que, devido à alta demanda de serviço, os empreiteiros trabalham em várias obras simultaneamente. A falta de planejamento por parte desses empreiteiros em mensurar as equipes e o prazo de execução dos serviços é uma das causas desse alto índice.

Cabe ressaltar aqui que, de acordo com o trabalho de Morales e Brunoro (2013), a partir da observação de diferentes obras de edifícios verificou-se que profissionais envolvidos diretamente na produção relatam que existem restrições nos seguintes aspectos:

- Baixa produtividade de assentamento de blocos: os funcionários relatam que a

má qualidade dos blocos dificulta o assentamento, gerando maior tempo na execução de revestimentos a fim de “disfarçar” imperfeições dos blocos;

- A incidência de chuva atrapalha o assentamento do bloco estrutural, uma vez que esse não pode ser assentado molhado. Assim, os funcionários relatam que o ideal é trabalhar com prazos que levem em consideração a incidência dessas condições;
- Dificuldade de transporte de materiais e baixa produtividade das equipes: deve-se preferir trabalhar com materiais menores e mais leves, pois dependendo do tipo de material a dificuldade e desconforto para transportá-los são grandes, gerando maior tempo para essas atividades, reduzindo a produtividade das equipes.

**Alvenaria de *drywall***

Restrições como falta de mão de obra qualificada e atraso na entrega de material são relatadas por poucos engenheiros entrevistados.

Em contrapartida, a boa receptividade pela maioria dos profissionais em relação à utilização e seu processo executivo sinaliza o sucesso do projeto de *drywall* voltado para produção. Todos enfatizam a importância de um projeto bem feito e detalhado para este processo, o que normalmente se tem, conforme mencionado pelo Engenheiro 7: *“Para mim, hoje não existe uma tecnologia de obra melhor. O projeto é bem feito, você tem velocidade, mão de obra reduzida, entulho reduzido.”* Para corroborar esta afirmação, o Engenheiro 9 menciona: “*Se tiver um projeto bem feito, como tem, e seguir a execução certinha, não há problema. É um processo que dificilmente dá problema.”*

Os engenheiros ainda enfatizam que todos os custos indiretos relativos a um funcionário são reduzidos quando da utilização deste processo:

> Um grande erro de quem não aceita muito o *drywall* é achar que ele é caro, porque não faz uma análise correta. Você tem que pensar em tudo: tempo que diminui para subir material, economia de café da manhã porque trabalha menos pessoa, leveza estrutural... são custos indiretos. Se você tem menos pessoa na obra, tem menos vale transporte, tem menos almoço, café da manhã, menos botina, menos EPI, mais espaço físico, utiliza menos elevador [...] então, tem que analisar muito. (Engenheiro 7)

A maior restrição mencionada pelos engenheiros em relação às alvenarias de *drywall* é resistência de aceitação por parte do cliente, o que caracteriza uma restrição de causa cultural. O Engenheiro 16 menciona que uma maneira de quebrar esse paradigma é aumentar a competitividade deste processo criando benefícios para o cliente: *"O preço do imóvel com drywall tem que ser mais barato, pois o valor final dele sai mais em conta para a empresa [...] o drywall não tem vantagem competitiva. Deveria ter a vantagem do custo para cliente."*

**Esquadrias de alumínio**

No que se refere às esquadrias de alumínio, a falta de detalhamento nos projetos gera uma série de modificações nesses. Uma solução mitigadora seria a padronização dos projetos de esquadrias, o que gera a consequente redução de custos e dos atrasos. Porém, são poucas as empresas para atender o volume da demanda atual de mercado:

> Esse problema de esquadria é um problema de projeto. Você pode resolver ele no projeto [...] para quê fazer esquadrias de alumínio sob medida?[...] O que vai acontecer no futuro é isso [...] Hoje, os grandes conjuntos habitacionais são com esquadrias padronizadas [...] além disso, o fornecedor (de esquadrias) te cobra mais barato, mesmo sendo um vão maior, porque não tem perdas [...] tudo que é industrializado, você tem maior eficiência de produção. E se você tem maior eficiência de produção, você tem redução de custo. (Engenheiro 10)

Ainda sobre essa abordagem, a falta de conhecimento sobre essas questões (que envolvem custo e eficiência de produção) por parte dos agentes envolvidos na fase de concepção e especificações de projetos impacta diretamente na produção, conforme menciona o Engenheiro 10:

> O projeto nesta fase (no caso, fase inicial de obra) é importantíssimo [...] mas normalmente em uma empresa, quem participa desta fase não é o engenheiro. É o arquiteto, com o dono da empresa, com o pessoal do marketing. O pessoal do produto, que às vezes não tem nada a ver com o pessoal da execução, não se preocupa com isso. Mas às vezes a não preocupação não é desleixo, é simplesmente falta de conhecimento, falta de informação.

Outras restrições são abordadas:

- Atraso na entrega e montagem do material;
- Falta de mão de obra qualificada para instalação. Os engenheiros enfatizam que

o grande problema não está na fabricação das peças, e sim nas suas instalações;

- Retrabalho e desperdício em função da falta de planejamento para conferência de medidas das peças antes do seu assentamento e baixa qualidade dos materiais;
- Retrabalho em função do mau assentamento das esquadrias.

De acordo com Morales e Brunoro (2013), em visitas de diferentes obras de edifícios verificou-se que profissionais envolvidos diretamente na produção relatam que os projetos com esquadrias de *design* curvilíneo exigem um cuidado maior no corte e montagem. Esses devem ser feitos na obra, e por isso deve-se prever espaço físico no canteiro para essas atividades, o que muitas vezes não é previsto.

**Esquadrias de madeira**

Sobre as esquadrias de madeira, os engenheiros abordam a dificuldade de manutenção das portas, gerando retrabalho. O Engenheiro 8 menciona:

> Isso é um gargalo na reta final. Tem muito problema de porta arranhada. E porta não é uma coisa que você vai à esquina e compra. Você precisa de um tempo para repor. E você identifica hoje uma porta com problema, amanhã já tem outra.

Esse retrabalho devido à dificuldade de manutenção das portas deve-se também a razões de cunho social, pois as portas devem ser assentadas com antecedência para evitar furtos dos materiais, conforme aborda o Engenheiro 14:

> Se pensar na sequência lógica de execução, a porta deveria ser a última a assentar. Mas hoje isso não pode ser feito. Nós enfrentamos problemas sociais de várias naturezas. Muitos roubam por causa de um vício [...] como é que controla? Vai mandar ele (o colaborador) embora? Ele precisa de ajuda.

Os engenheiros também mencionam como restrições:

- O atraso na entrega do material, devido a falta de planejamento dos fornecedores para cumprimento dos prazos;
- Retrabalhos devido à baixa qualidade dos materiais de esquadrias de madeira. O Engenheiro 17 relaciona a qualidade ruim das esquadrias à exigência de certificados de reflorestamento: *"Hoje não tá facil fazer porta, devido aos certificados de reflorestamento [...] então isso fez a qualidade das portas cair*

*bastante."*

O Engenheiro 18 ressalva que os materiais de acabamento visíveis aos olhos do cliente são os de maior exigência de qualidade, portanto deve-se ter um maior cuidado e controle na inspeção desses materiais e processos: *"Porta e rodapé é o que mais dá reclamação na vistoria dos clientes."*

**Vidros**

Com relação aos vidros, uma restrição é abordada de maneira geral: não cumprimento de prazos da entrega (atraso), tanto dos materiais como da execução do processo, devido à falta de planejamento dos fornecedores para cumprimento dos prazos. Os engenheiros mencionam que os vidros somente são fabricados após medição no local a serem assentados. Os fornecedores não se planejam para fazer essa medição em tempo hábil para produção dentro do prazo combinado.

Em geral, os funcionários que assentam os vidros são de empresa terceirizada. Assim, uma alternativa de reduzir a incidência de não cumprimento dos prazos é reter a medição dos empreiteiros até que os materiais sejam entregues e os processos sejam finalizados, conforme diz o Engenheiro 16: *"Os 10% finais e a revisão é difícil. Sempre falta uns 10% finais de material [...] esse é difícil de chegar dentro do prazo [...] Eu seguro a última medição do empreiteiro, e só libero após uma vistoria minuciosa e após o serviço finalizado."*

### 4.4.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 4

A tabela 7 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 4 – Paredes e painéis.

Tabela 7 – Síntese dos resultados da Etapa 4 de Paredes e painéis

| Processos construtivos da etapa de Paredes e painéis | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não Controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Alvenaria de blocos: blocos cerâmicos e blocos de concreto | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. Problema de ordem cultural. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra | X | | Falta de planejamento em se prever equipes para transporte de materiais. Falha também no orçamento, no qual essas equipes não são mensuradas. Causa de ordem cultural do setor de não prever essas atividades que não agregam valor. |
| | Mão de obra | Falta mão de obra devido ao alto índice de desperdício | X | | Falta de mão de obra qualificada faz com que gere altos índices de desperdício. O material desperdiçado deve ser transportado, e a equipe para realizar esse transporte não é dimensionada. Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | Projetos | Falta de projeto de paginação | X | | Falta de planejamento das empresas em contratar a elaboração dos projetos de paginação. |
| | Materiais | Falta de fornecedor de materiais paletizados | | X | Poucos fornecedores para atender a demanda do setor. |
| | Materiais | Dificuldade de transporte de materiais | X | | Materiais são pesados para transportar. Falta de planejamento em especificar materiais leves. |
| | Mão de obra | Baixa produtividade das equipes | X | | Falta de mão de obra qualificada e baixo incentivo das empresas para aumento de produtividade.<br>A má qualidade dos materiais dificulta o assentamento desses, reduzindo a produtividade das equipes.<br>Alguns materiais são pesados, o que dificulta o transporte desses, gerando baixa produtividade das equipes. |
| | Mão de obra | Absenteísmo das equipes terceirizadas | X | | Falta de planejamento dos empreiteiros, pois esses atuam em várias obras simultaneamente, não tendo controle de prazo e não planejando equipes suficientes para atender todas as obras. |
| | Outras restrições | Chuvas | | X | Condições climáticas. |
| Alvenaria de *drywall* | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. Problema de ordem cultural. |
| | Materiais | Atraso na entrega de materiais | X | | Falta de planejamento do fornecedor. |
| | Cliente | Não aceitação de clientes | X | | Causas de ordem cultural. |

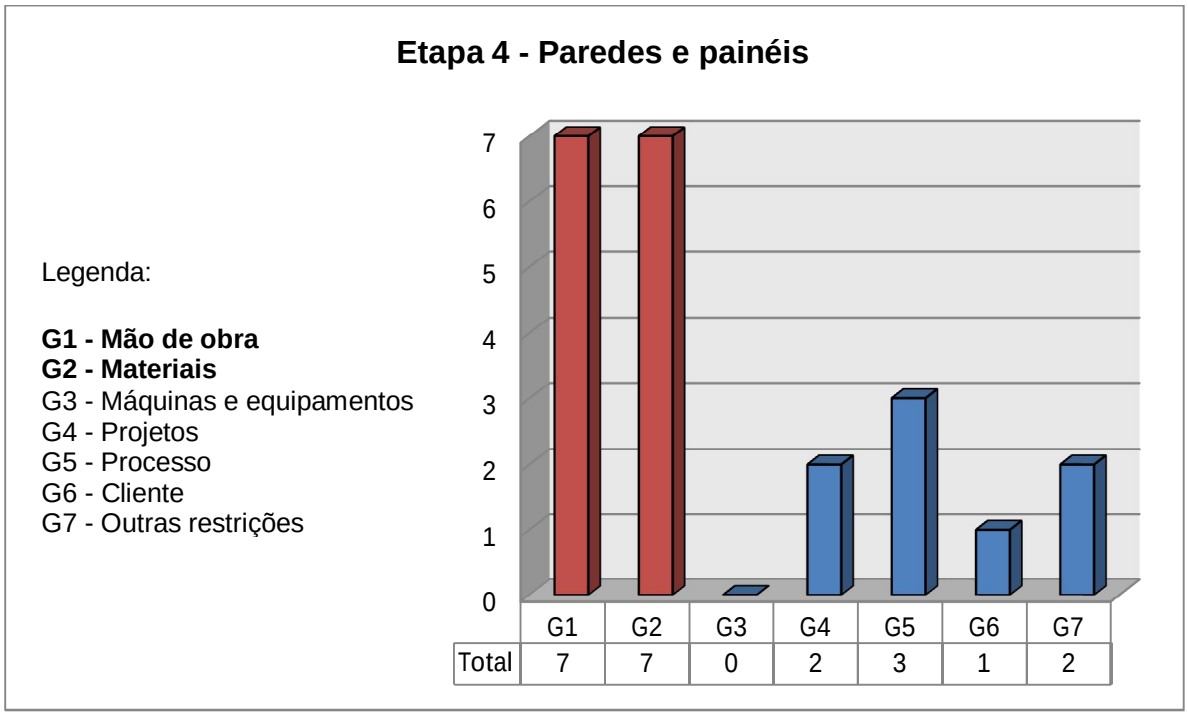
Tabela 7 – Síntese dos resultados da Etapa 4 de Paredes e painéis (continuação)

| Processos construtivos da etapa de Paredes e painéis | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Esquadria de alumínio | Projetos | Modificações de projetos | X | | Falta de detalhamento dos projetos. |
| | Materiais | Atraso na entrega e montagem dos materiais | X | | Falta de planejamento do fornecedor. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada para instalação | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. Problema de ordem cultural. |
| | Materiais | Retrabalho / Desperdício | X | | Baixa qualidade dos materiais. Falta de inspeção no ato da entrega desses materiais na obra. |
| | Processo | | X | | Falta de planejamento para conferência de medidas das peças de esquadria antes do seu assentamento. Mau assentamento dos materiais. |
| | Outras restrições | Falta de espaço físico no canteiro | X | | Falta de planejamento para prever espaço físico para montagem dos materiais. |
| Esquadria de madeira | Processo | Retrabalho | X | | Dificuldade de manutenção das portas. Baixa qualidade dos materiais. Falta de controle e inspeção de materais e processos construtivos. Razões de ordem social devido à furtos de materiais. |
| | Materiais | Atraso na entrega dos materiais | X | | Falta de planejamento dos fornecedores para cumprimento dos prazos de entrega. |
| Vidros | Materiais | Atraso na entrega de materiais | X | | Falta de planejamento do fornecedor. |
| | Processo | Atraso na execução dos processos | X | | Falta de planejamento do fornecedor. |

Fonte: Elaborado pela autora

Na tabela 7 constam 22 restrições. A figura 15 a seguir evidencia os grupos de restrições mais abordados pelos engenheiros na etapa 4.

Figura 15 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 4




Fonte: elaborado pela autora

## 4.5 ETAPA 5 - COBERTURAS E PROTEÇÕES

Na etapa de Coberturas e proteções foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Coberturas: materiais para telhado, estruturação, etc.;
- Impermeabilizações: de terraço, caixas d´água, lajes de subsolo, banheiros, etc.

### Coberturas

Em relação aos processos construtivos de coberturas os entrevistados mencionam que o atraso dos processos construtivos ligados às fachadas externas do edifício geram atrasos nos processos de cobertura, uma vez que os equipamentos de fachadas (balancinhos, jaús, fachadeiros, etc.) são fixados na cobertura. Essa restrição é ainda maior quando a área de lazer do edifício é projetada na cobertura:

*"Quando se tem área comum na cobertura a fachada se torna um gargalo ainda maior, porque para fazer os serviços da área comum tem que desmontar todo o jaú [...] e área comum tem que ter muita atenção porque é uma obra a parte."* (Engenheiro 17)

Os entrevistados mencionam que o ideal é desvincular as atividades da cobertura aos processos referentes às fachadas. Para isto, pode-se adotar o uso de andaimes/plataformas tipo "cremalheira" para os processos das fachadas, pois estes são desvinculados da cobertura.

**Impermeabilizações**

Os engenheiros relatam que, dependendo do sistema escolhido de impermeabilização, se houver algum vazamento não há como saber sua origem. Isto gera uma série de retrabalhos uma vez que a qualidade de execução e manutenção desse processo é ruim. Essa restrição agrava-se devido à falta de conhecimento e de especialistas para elaboração dos projetos. Não há um projeto específico e detalhado, conforme aborda o Engenheiro 6:

> A impermeabilização é um serviço que tem que ficar 100%. Se ficar 99% vai dar problema! [...] O maior problema é projeto. Tem que existir um projeto de impermeabilização. Culturalmente não se dá importância à impermeabilização [...] Falta projeto detalhado, falta conhecimento técnico de fazê-lo. Difícil encontrar um especialista em projeto de impermeabilização.

O Engenheiro 10 corrobora esta afirmação: *"Eu desconheço um profissional hoje aqui no Espírito Santo que seja especialista em impermeabilização."*

Portanto, os entrevistados enfatizam a importância de qualidade de execução para obter um produto final de qualidade. Mencionam que é importante analisar os limites físicos que devem ser impermeados, principalmente na cobertura. Para evitar qualquer tipo de problema é preciso haver um projeto e um critério para elaboração do mesmo.

Os engenheiros novamente ressaltam a importância de fidelizar os fornecedores, criar parcerias, para obter um produto de qualidade melhor:

> O serviço de impermeabilização é um serviço ingrato, que você só percebe o erro depois. E quando você percebe depois o retrabalho é enorme e o custo do retrabalho é enorme. Então eu trabalho sempre com a mesma equipe de impermeabilização. (Engenheiro 10)

## 4.5.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 5

A tabela 8 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 5 – Coberturas e proteções.

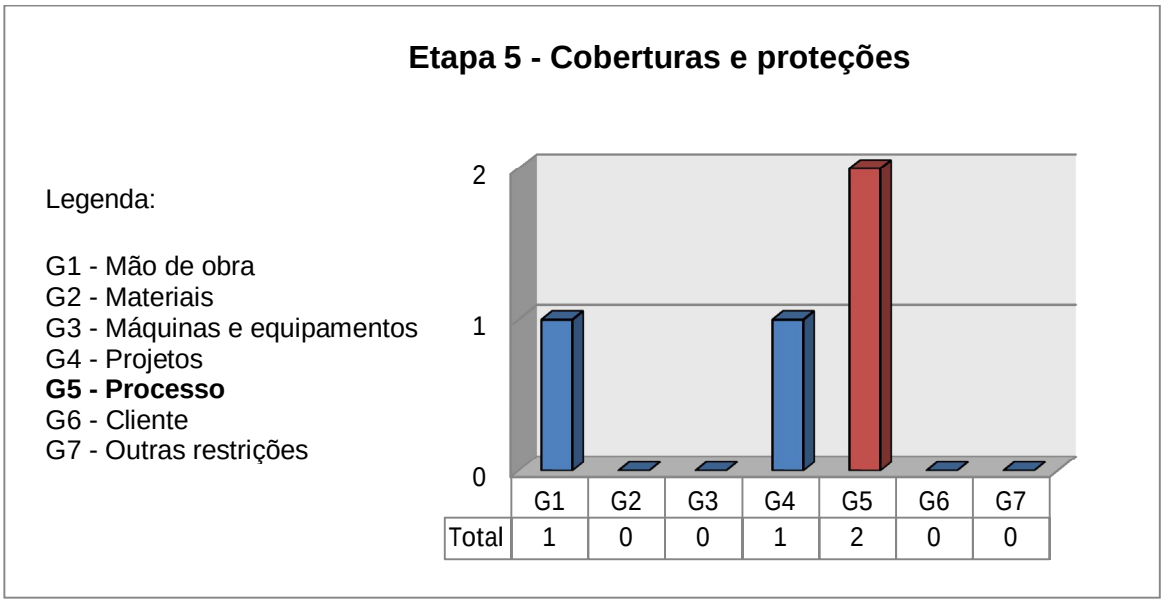
Tabela 8 – Síntese dos resultados da Etapa 5 de Coberturas e proteções

| Processos construtivos da etapa de Paredes e painéis | Grupo de Restrições - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Coberturas | Processo | Atraso nos processos de fachadas externas | X | | Os equipamentos para execução dos processos de fachadas externas do edifício são fixados na cobertura. Uma vez que ocorre atraso nos processos das fachadas, os de cobertura também atrasam. |
| Impermeabilizações | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | | X | Poucos fornecedores e empresas qualificadas para atender o setor. |
| | Processo | Retrabalho | X | | Má execução do processo devido à mão de obra pouco qualificada. |
| | Projetos | Falta de projeto | | X | Falta de especialista em projetos de impermeabilzação. |

Fonte: Elaborado pela autora

Na tabela 8 constam 4 restrições. A figura 16 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 5.

Figura 16 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 5




Fonte: elaborado pela autora

## 4.6 ETAPA 6 - REVESTIMENTOS, FORROS, SERRALHERIA E PINTURAS

Nesta etapa de Revestimentos, forros, serralheria e pinturas foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Revestimentos (interno e externo): argamassas, azulejos, cerâmicas, etc.;
- Forros: rebaixo em gesso, sancas, cortineiros, etc.;
- Serralheria: portões, gradis, etc.;
- Pinturas: internas e externas.

### Revestimentos

Nos processos de revestimentos os engenheiros mencionam que ocorre constantemente “congestionamento” nos equipamentos de transporte devido à alta demanda nessa etapa da construção. O Engenheiro 10 menciona que uma maneira

de reduzir a demanda de transporte de materiais pelos equipamentos é utilizar reboco projetado.

Outra restrição abordada é a baixa produtividade da mão de obra no processo de reboco convencional, devido ao desgaste físico das equipes. Os Engenheiros mencionam que os índices utilizados na elaboração do orçamento não consideram o cansaço e desgaste físico do funcionário, prevendo uma equipe menor do realmente necessita:

> A produtividade nessa etapa de revestimento é muito baixa. Os índices de produtividade reais são muito diferentes dos índices utilizados no orçamento para dimensionar as equipes. Então, a gente acaba contratando a quantidade prevista em orçamento sabendo que aquele serviço irá atrasar [...] ou cumpre o que está no orçamento e fura o prazo, ou contrata mais gente para cumprir o prazo ultrapassando o previsto no orçamento. (Engenheiro 14)

Os engenheiros mencionam que um problema neste processo ocorre quando a mão de obra é empreitada e recebe o pagamento por unidade de serviço executada (ou seja, por produção física). Há divergências entre os funcionários das equipes, pois há preferência pela execução de revestimentos em paredes de cômodos maiores (como salas e quartos) do que revestimentos em paredes de banheiros. A produtividade é menor para revestimentos de paredes de banheiros comparadas às paredes das salas e quartos:

> Os pedreiros preferem fazer a parede porque tem mais produtividade, então fica uma briga de que uns não querem fazer banheiro porque dá mais trabalho e faz mais devagar, outros não querem fazer piso por causa do porcelanato, que dá mais trabalho também [...] os fornecedores não conseguem organizar as equipes de forma que todos trabalhem satisfeitos e com a mesma produtividade, como exemplo fazer um sistema de rodízio [...] A qualidade da mão de obra também varia muito. Têm pedreiros muito bons, outros muito ruins. (Engenheiro 8)

A execução mal feita de determinados processos devido à mão de obra pouco qualificada também é uma restrição abordada por grande parte dos entrevistados. Porém, o Engenheiro 18 ressalta que muitas vezes essa mão de obra pouco qualificada está condicionada aos custos orçamentários:

> Na última empresa em que eu trabalhei, eu trabalhei com o programa 'Minha casa, minha vida'. Como o recurso era muito pequeno, às vezes você pegar um preço no custo (dentro do custo previsto em orçamento) você não vai trabalhar com os melhores profissionais do mercado. Então eu tive problema de qualidade profissional. Mas aí depende do quanto que você está disposto a pagar. Bons profissionais custam caro [...] Tem profissional qualificado.

Observando-se diferentes obras de edifícios verificou-se que profissionais envolvidos diretamente na produção (mão de obra direta) relatam que uma restrição é a relocação de equipes devido às modificações e indecisões de projetos de clientes. Essas modificações são de responsabilidade do próprio cliente, e nem sempre são feitas em tempo hábil para produção. A empresa então permite que as modificações sejam feitas fora dos prazos combinados, tendo que haver relocação de equipes, quebrando a sequência de execução planejada da obra.

Outras restrições importantes abordadas são:

- Chuvas: quando chove inviabiliza as atividades, principalmente àquelas ligadas as áreas externas;
- Ociosidade de equipes: quando chove, as equipes ficam ociosas e causam atrasos e custos extras;
- Atraso nos processos antecessores;
- Atraso na entrega de material;
- Falta de equipamentos e/ou equipamentos ociosos devido à falta de planejamento desses;
- Retrabalhos e atraso de processos devido à má qualidade dos materiais, conforme abordagem do Engenheiro 15: *"Quando você compra uma cerâmica de custo baixo acaba gerando uma qualidade ruim, e aí você tem problemas de ter que fazer troca do material."*

**Forros**

Nos processos de forros e elementos decorativos como sancas e cortineiros, os entrevistados mencionam que ocorre atraso nos processos devido às modificações dos clientes e o descarte dos resíduos de gesso.

O Engenheiro 7 menciona que apesar do atraso gerado na produção, é direito do cliente fazer as modificações de seu imóvel: *"O controle é difícil, mas é um problema inerente. É um direito do consumidor [...] O cliente estando dentro do prazo, não gerando retrabalhos para a obra, é tranquilo."*

Em relação ao descarte dos resíduos, os engenheiros mencionam que o ideal é planejar e negociar antes do início das atividades para que esse descarte fique por

conta do fornecedor, conforme aborda o Engenheiro 17: *"O descarte é chato. Mas o descarte é por conta do fornecedor, então ele desperdiça o mínimo possível para não gerar trabalho para ele."* O Engenheiro 16 corrobora a afirmação e menciona que existem poucos fornecedores qualificados para o descarte, o que dificulta esse processo: *"O revestimento de gesso é bom, clareia, mas é uma sujeira insuportável [...] e é um lixo difícil de destinar [...] tem poucas empresas qualificadas para o serviço."*

Outras restrições abordadas são:

- Falta de mão de obra empreitada;
- Falta de especificação de materiais e serviços no projeto;
- Retrabalho devido a qualidade ruim dos materiais (placas de gesso). Os entrevistados enfatizam que o ideal é contratar um bom fornecedor, mesmo que o custo seja maior do que o orçado, evitando retrabalhos e reclamações dos clientes.

**Serralheria**

Os engenheiros mencionam constantes atrasos na entrega de material. Para fabricar os materiais, o fornecedor deve tirar medidas no local. Muitas vezes o fornecedor não se planeja para fazer essa medição em tempo hábil, gerando atraso do produto final. O Engenheiro 4 menciona que normalmente o serralheiro assume um prazo, mas a demanda dele é muito grande. Por medo de perder a fidelização do cliente, o serralheiro não recusa o serviço.

Os engenheiros mencionam que, quando existe especificação em projeto, a medida real é sempre diferente da medida de projeto. Ou seja, é feita especificação errada nos projetos.

Além disto, os entrevistados atentam para a falta de mão de obra qualificada para instalação do portão: *"A automação do portão é um problema [...] uma hora funciona, outra hora não, aí você tem que chamar o instalador de novo... é difícil. Tem que ter um bom instalador."* (Engenheiro 14)

A falta de fornecedores também é uma restrição abordada, conforme o Engenheiro 18: *"Os fornecedores são muito pequenos. Normalmente, os que te atendem são*

*próximos à sua obra, pois eles não querem se deslocar para obras distantes da sua fabricação [...] falta mão de obra qualificada."*

**Pinturas**

Nos processos de pinturas, além das chuvas, a principal restrição é a falta de mão de obra qualificada. Os engenheiros mencionam que o serviço de pintura é relativamente fácil, e por isso a qualidade desse serviço tornou-se banalizada: *"Quando o cara não quer ser ajudante e ele quer dizer que faz alguma coisa, ele fala que é pintor [...] qualquer um pinta."* (Engenheiro 10)

Na pintura externa de fachadas, outra restrição abordada são as constantes reclamações de vizinhos e proprietários de carros que ficam estacionados próximos à obra, devido aos respingos de tinta em seus imóveis e carros. Uma alternativa adotada pelos engenheiros é comprar capas para os carros. Para isso, tem que disponibilizar um funcionário para ficar atento para essa atividade. Esse custo, tanto das capas quanto desse funcionário, não é apropriado no orçamento.

Ainda em relação às pinturas externas, assim como os revestimentos externos, a condição climática é determinante. Quando chove ou venta muito, o processo de pintura externa fica impraticável.

O retrabalho devido aos processos antecessores à pintura também é constante. É fundamental um controle de manutenção desses processos na fase final da obra.

> A pintura é um serviço que parece não ter fim. Tem que deixar uma equipe *full time* nos últimos meses. É o último serviço da cadeia. Se tiver retrabalho dos serviços anteriores, você tem que reparar a pintura também. Se trocar um rodapé, tem que pintar de novo. Se trocar a esquadria, tem que pintar de novo. Fora a manutenção. Suja, aí pinta tudo de novo. Tem que ter um controle muito grande nessa fase final. (Engenheiro 14)

Outra restrição abordada deve-se ao retrabalho gerado devido à utilização de tintas de qualidade ruim, pois as pinturas mancham antes mesmo da entrega do edifício aos clientes. O Engenheiro 16 menciona que os empresários, nesta etapa de revestimento, poderiam garantir a satisfação dos clientes se utilizassem materiais de alta qualidade:

> Quando você entra no seu apartamento, seus olhos vão enxergar cerâmica, pintura, rodapé... Cerâmica e pintura é uma das coisas que menos se gasta e se investe para o cliente [...] ele (o empresário) perde a chance de vender um produto melhor.

De acordo com Morales e Brunoro (2013), em visitas de diferentes obras de edifícios verificou-se que profissionais envolvidos diretamente na produção (pintores) relatam que existem restrições no que se refere a:

- Retrabalhos: a falta/atraso de inspeção de serviços antecessores geram retrabalhos e isso causa atraso no início da pintura;
- Falta de mão de obra: é difícil encontra mão de obra para fazer pintura nas fachadas, devido ao trabalho em altura.

### 4.6.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 6

A tabela 9 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 6 – Revestimentos, forros, serralheria e pinturas.

Tabela 9 – Síntese dos resultados da Etapa 6 de Revestimentos, forros, serralheria e pinturas

| Processos construtivos da etapa de Revestimentos, forros, serralheria e pinturas | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Revestimentos | Máquinas e equipamentos | Falta de máquinas e equipamentos | X | | Alta demanda de transporte de materiais na etapa de revestimento. Falta de logística para transporte de materiais. |
| | Mão de obra | Baixa produtividade das equipes | | X | Desgaste físico das equipes de produção. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra | X | | Falta de planejamento na elaboração do orçamento por mensurar equipes utilizando índices médios, não considerando o cansaço e desgaste físico do colaborador. |
| | Processo | Retrabalho | X | | Utilização de mão de obra pouco qualificada devido às restrições orçamentárias faz com que os processos seja mal executados, gerando retrabalho. |
| | Mão de obra | Deslocamento de equipes | X | | Projetos modificados pelos clientes faz com haja deslocamento de equipes para atendimento desses projetos. |
| | Outras restrições | Chuvas | | X | Condições climáticas |
| | Mão de obra | Ociosidade de equipes | X | | Ocorrência de chuvas. Falta de planejamento para relocação de equipes no caso de chuvas. |
| | Processo | Atraso nos processos antecessores | X | | Falta de planejamento e controle de produção. Na etapa de revestimento são executados muitos processos. Muitos desses processos atrasam, gerando atraso nos processos sucessores. |
| | Materiais | Atraso na entrega de material | X | | Falta de planejamento dos fornecedores. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta de equipamentos | X | | Erros orçamentários - falta de previsão de equipamentos. |
| | Processo | Retrabalhos | X | | Utilização de materiais de má qualidade. Falta de inspeção no ato de entrega dos materiais na obra. |
| Forros | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | | X | Falta de fornecedor qualificado para o descarte de resíduos de gesso. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra empreitada | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| | Projetos | Falta de especificação nos projetos | X | | Falta de planejamento dos escritórios de projetos para atender a demanda do setor. |
| | Processo | Retrabalhos | X | | Material de má qualidade. Falta de inspeção no ato de entrega dos materiais na obra. |

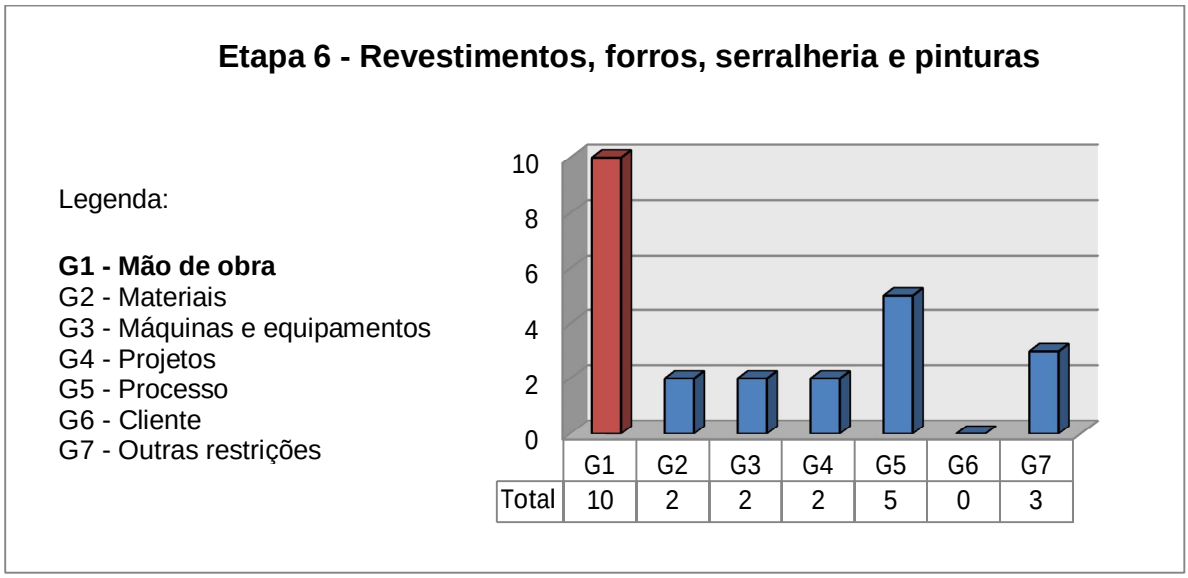
Tabela 9 – Síntese dos resultados da Etapa 6 de Revestimentos, forros, serralheria e pinturas (continuação)

| Processos construtivos da etapa de Revestimentos, forros, serralheria e pinturas | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não Controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Serralheria | Materiais | Atraso na entrega e montagem dos materiais | X | | Falta de planejamento dos fornecedores. |
| | Projetos | Falta de especificação nos projetos | X | | Falta de planejamento dos escritórios de projetos para atender a demanda do setor. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada para instalação do portão | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada para instalação de portões. |
| | Mão de obra | Falta de fornecedor para instalação de portões | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| Pinturas | Outras restrições | Chuvas | | X | Condições climáticas. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | Outras restrições | Vizinhança - reclamações | X | | Respingos de tintas devido à pintura das fachadas externas. |
| | Processo | Retrabalhos e atrasos de processos antecessores | X | | Falta de manutenção e inspeção dos processos antecessores à pintura. Falta de controle da produção. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra para pintura em fachadas | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra para trabalho em alturas. |

Fonte: Elaborado pela autora

Na tabela 9 constam 24 restrições. A figura 17 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 6.

Figura 17 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 6




Fonte: elaborado pela autora

## 4.7 ETAPA 7 - PAVIMENTAÇÕES

Na etapa de Pavimentações foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Pavimentações internas e externas: pisos especiais de madeira, tacos, cimentados, calçadas, etc.;
- Rodapés e soleiras.

### Pavimentações internas e externas

As restrições dos processos de Pavimentações abordadas pelos engenheiros foram:

- Falta de mão de obra qualificada;
- Baixa produtividade gerada pela falta de qualificação do profissional;
- Falta fornecedor, principalmente para assentamento de ladrilho tipo “*pavi-s*”.

Nas pavimentações externas os engenheiros abordam a falta de projeto e detalhamento do mesmo, de forma a atender às exigências normativas de acessibilidade, além da dificuldade de controle nessa etapa final da obra onde inúmeras atividades estão sendo executadas simultaneamente. O engenheiro 6 diz: *"Tudo que é relacionado à serviços externos ou de área comum tem restrição de planejamento e projeto. Pois está no final da obra, onde o prazo é apertado e os projetos são os menos detalhados e tem erros."* Relatam também que falta mão de obra qualificada para atendimento às normas de acessibilidade.

O Engenheiro 17 ressalta que as redes e tubulações de água e energia devem estar prontas antes de fazer a calçada, para evitar retrabalhos.

> Quando for fazer a calçada já tem que estar com todas as caixas e tubulações, tudo pronto, para depois fazer a calçada [...] se não faz isso quando tem que fazer, no final tem que tirar habite-se na prefeitura, aí passa, depois tem que desmanchar a calçada para passar a tubulação da Escelsa (concessionária de energia local).

**Rodapés e soleiras**

Para Rodapés e soleiras, os engenheiros mencionam as seguintes restrições:

- Atraso na entrega dos materiais;
- Falta de mão de obra qualificada;
- Modificações em projetos;
- Constantes retrabalhos devido a dificuldade de manutenção dos rodapés e soleiras, devido às atividades sucessoras executadas que acabam danificando os materiais.

De acordo com Morales e Brunoro (2013), em visitas de diferentes obras de edifícios verificou-se que profissionais envolvidos diretamente na produção relatam que existem restrições no que se refere a:

- A falta de projeto detalhado de alvenaria dificulta a 'chumbação' do rodapé de madeira, pois é necessário saber quais são os blocos cheios que garantem a sustentação do rodapé;
- A especificação do material de rodapé e soleira influencia no tempo total, desde a produção até a instalação. O rodapé de cerâmica é cortado na obra, necessitando de mão de obra para esta atividade. Em contrapartida, os de

madeira e granito são fornecidos cortados, prontos para a instalação. Já em relação às soleiras, os profissionais mencionam que as soleiras tipo “palito” são muito finas e quebram com facilidade. Sua reposição é lenta, o que gera atraso desse processo.

### 4.7.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 7

A tabela 10 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 7 – Pavimentações.

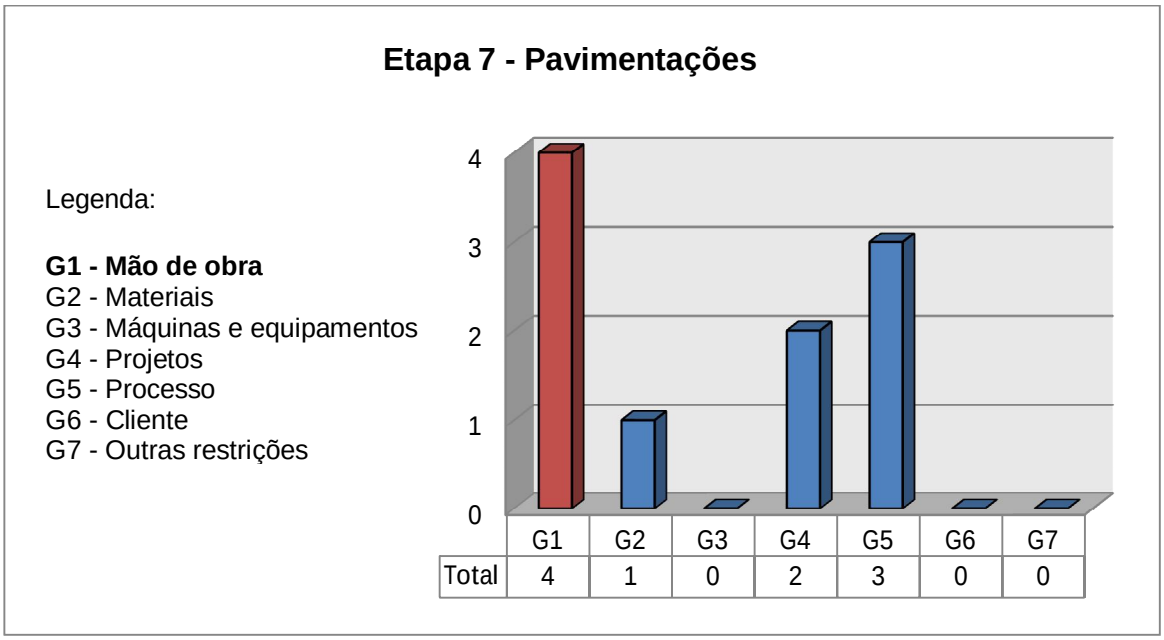
Tabela 10 – Síntese dos resultados da Etapa 7 de Pavimentações

| Processos construtivos da etapa de Pavimentações | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não Controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Pavimentações internas e externas | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada. |
| | Mão de obra | Baixa produtividade | X | | Falta de mão de obra qualificada e baixo incentivo das empresas para aumento de produtividade. |
| | Mão de obra | Falta de fornecedor | | X | Poucos fornecedores para atender a demanda do setor. |
| | Processo | Retrabalho | X | | Falta de planejamento para execução das redes de água e esgoto antes da execução da calçada. |
| | Projetos | Falta de projeto e de detalhamento | X | | Falta de planejamento dos escritórios de projetos para atender a demanda do setor. |
| Rodapés e soleiras | Materiais | Atraso na entrega de materiais | X | | Falta de planejamento do fornecedor para cumprimento dos prazos de entrega. |
| | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada. |
| | Projetos | Modificações de projetos | X | | Erros por parte dos escritórios de projetos. Falta de detalhamento e especificação. |
| | Processo | Retrabalhos | X | | Dificuldade de manutenção dos rodapés e soleiras devido aos processos sucessores à esses. |
| | Processo | Dificuldade do processo de assentamento de rodapé | X | | Falta de projeto detalhado de alvenaria que indique a localização de blocos cheios para 'chumbação' do rodapé de madeira. |

Fonte: Elaborado pela autora

Na tabela 10 constam 10 restrições. A figura 18 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 7.

Figura 18 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 7




Fonte: elaborado pela autora

## 4.8 ETAPA 8 - INSTALAÇÕES E APARELHOS

Na etapa de Instalações e aparelhos foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Pedras: Bancadas de cozinha e banheiros;
- Louças e metais sanitários;
- Instalações elétricas;
- Instalações hidráulicas e sanitárias;
- Instalações de gás;
- Instalações de prevenção e combate a incêndio;
- Instalações de ar condicionado;
- Instalações mecânicas: elevadores, escadas rolantes, etc.;
- Pressurização de escadas.

De maneira geral, os engenheiros mencionam as restrições do grupo de projetos como sendo as mais críticas para os processos de instalações. As constantes modificações realizadas nos projetos e erros em relação à quantidade de materiais devido à falta de compatibilização, geram custos além do previsto. A quantidade de materiais e produtos que são utilizados na obra não está apropriada de maneira correta no orçamento, devido a esses erros de quantitativos: *"Se você pedir material pelo projeto, vai dar problema [...] sempre tem um desvio ou outro, alguma coisa que tem que ser feita. Tem que ser levantado este material e depois apropriar o que realmente está gastando."* (Engenheiro 6).

O Engenheiro 10 levanta a questão que, para ter bons projetos de instalações deve-se pagar mais caro por eles:

> De maneira geral, na cabeça do empresário, projeto de instalação é custo. Então às vezes, ele opta por fazer um projeto barato [...] aí vem os erros quando se contrata um projetista ou um projeto sem qualidade [...] vai mudando à medida que for executando.

Abaixo são descritas outras restrições referentes aos processos listados.

**Pedras**

A falta de mão de obra qualificada e o atraso na entrega de materiais são as principais restrições abordadas.

O Engenheiro 6 relata que muitas pedras são medidas e cortadas erradas, o que gera retrabalho na reposição: *"A reposição das pedras assentadas é muito trabalhosa."*

O Engenheiro 10 alerta que, dependendo do material e tipo de impermeabilização, o granito escurece com o tempo. Se os materiais de granitos não forem corretamente instalados e/ou não receberam cuidados apropriados, apresentarão problemas que certamente encurtarão sua vida útil.

O Engenheiro 15 alerta para o cuidado que se deve ter no manuseio de peças grandes de granito, pois o risco de quebra é maior, o que gera muito desperdício e retrabalho.

### Louças e metais sanitários

Os engenheiros relatam que dependendo do tipo de material comprado, esses chegam com ferrugem no cromado dos metais. Muitas vezes, querendo minimizar os custos, as empresas optam por materiais mais baratos, que podem ser de má qualidade. Isto gera atraso devido ao atraso na entrega dos materiais repostos e retrabalhos devido à necessidade de troca desses materiais.

Os engenheiros mencionam que há um problema social em relação aos constantes furtos de metais após a instalação desses. Esse fato também gera retrabalho uma vez que novos materiais devem ser solicitados e reinstalados.

### Instalações elétricas

Além das restrições relacionadas aos projetos, os entrevistados mencionam para o processo de instalações elétricas:

- Falta de mão de obra qualificada;
- Retrabalhos devido à furtos de cabos elétricos;
- Modificações nos projetos devido à falta de compatibilização entre os projetos de elétrica, hidrossanitários e gás.

O Engenheiro 17 ressalta que faltam empreiteiros que forneçam o 'pacote completo': mão de obra, serviço e materiais de todas as instalações:

> Os empreiteiros de instalações hoje aqui do estado são pequenos. A gente só tem empreiteiros de mão de obra aqui [...] que eu conheço, não tem empreiteiro que dá preço com pacote fechado (incluindo todas as instalações, materiais e mão de obra), isto causa uma limitação. Você vai ter muito material para gerenciar, que é uma gama de material muito grande. Tem bons empreiteiros com preço um pouco mais salgado, e tem uns dois aí que te dão dor de cabeça, ainda mais se você trabalha com *drywall* [...] você ter um empreiteiro que faz um pacote fechado é uma tranquilidade muito grande: um contrato só para fazer todas as instalações da sua obra, ele quem vai gerenciar os materiais, e vai te entregar tudo pronto.

O Engenheiro 10 enfatiza que, no caso de contratar mão de obra própria deve-se acompanhar os serviços minuciosamente:

> Eu prefiro contratar o eletricista, mas ele ficar subordinado à empresa, do que contratar serviço terceirizado [...] eu inspeciono e analiso os projetos [...] é um processo de alto custo, então se não acompanhar minucionamente, vai gerar custos altíssimos.

**Instalações hidráulicas e sanitárias**

Falta de mão de obra qualificada e constantes modificações nos projetos devido à falta de compatibilização são restrições relatadas por grande parte dos entrevistados para as instalações hidráulicas e sanitárias.

A falta de apropriação no orçamento de materiais que precisam ser utilizados na obra também são razões para as constantes modificações nos projetos: *"Se você pedir material pelo projeto vai dar problema [...] sempre tem um desvio ou outro, alguma coisa que tem que ser feita. Tem que ser levantado esse material e depois apropriar o que realmente está gastando."* (Engenheiro 6)

Uma restrição abordada são os constantes deslocamentos de equipes devido à falta de apropriação dessas no orçamento da obra. Essas atividades nem sempre são realizadas por funcionários aptos para a função. Esses acabam executando errado o processo ou com qualidade ruim, gerando retrabalho.

**Instalações de gás**

Uma colocação positiva mencionada é que os profissionais que fazem instalação de gás entendem bem as normas específicas para essa função. O Engenheiro 4 diz que antigamente os profissionais trabalhavam conforme o que haviam aprendido de experiências. Hoje, com alta exigência de qualidade, são feitos treinamentos e nesses treinamentos trocam-se ideias de execução que são monitoradas pelos engenheiros e técnicos que ministram os treinamentos, orientando-os a trabalhar conforme as normas. Essa é uma abordagem positiva, pois os profissionais têm consciência que precisam ter melhoria contínua em suas atividades e serviços.

O Engenheiro 5 alerta para o cuidado que deve-se ter após assentamento dos tubos de cobre, para não haver vazamento de gás. Devem-se adotar testes constantes de estanqueidade das tubulações. A falta dessas inspeções podem gerar retrabalhos ou mesmo acidentes. O Engenheiro 7 corrobora a afirmação: *"O problema da instalação de gás é o risco que ela envolve [...] tem que ter cuidado para não quebrar a tubulação, ocorrer vazamento, cuidado nas conexões..."*

Os engenheiros também mencionam que a dificuldade de manutenção pós-assentamento dessas tubulações também gera constante retrabalho.

**Instalações de prevenção e combate a incêndio**

Ocorrem constantes modificações de projetos devido à falta de compatibilização desses. Os engenheiros também mencionam que a falta de mão de obra, principalmente qualificada, gera constantes retrabalhos e custos extras para a empresa.

**Instalações de ar condicionado**

As instalações de drenagem de ar condicionado podem ser mais bem controladas. Os engenheiros mencionam que as conexões podem ser mal instaladas não por falta de mão de obra qualificada, mas sim por falta de monitoramento na execução.

Os engenheiros também mencionam que ocorrem retrabalhos devido à furtos de tubulações de cobre e atraso na execução dos processos devido às modificações de projeto e indefinições por parte dos clientes. Esses não se planejam para cumprir os prazos acordados com a obra.

De maneira geral, os engenheiros mencionam que as restrições para instalações de ar condicionado são bem controladas e existem bons profissionais para execução desse processo.

**Instalações mecânicas**

Em relação às instalações mecânicas, especificamente ao elevador do edifício, todos os entrevistados caracterizam como um dos processos de maior atraso na obra devido ao atraso na entrega do elevador por parte dos fornecedores. Esse atraso pode ocorrer por falta de planejamento do fornecedor, porém os entrevistados ressalvam que existem poucos fornecedores de materiais referentes ao elevador de obra para atender a alta demanda de mercado. Além dessas restrições, mencionam também que ocorrem várias modificações nos projetos dos elevadores devido a inconsistências e erros existentes nesses projetos. O processo de execução do elevador definitivo do edifício é, portanto, um dos processos mais críticos dentre os processos construtivos mencionados na percepção dos profissionais entrevistados.

Abaixo constam algumas verbalizações:

> O que tem acontecido de dois anos para cá é que as construtoras cumprem os prazos e os fornecedores de elevadores estão atrasando as montagens. Quando fazem, fazem na correria, gerando uma série de problemas [...] além dos problemas de pós-entrega que não atendem as necessidades em tempo hábil. Causam muitos problemas aos condôminos. (Engenheiro 4)

*"Existe muita demanda para os fornecedores de elevador. Houve um 'boom' na construção, mas esses fornecedores não cresceram [...]"* (Engenheiro 13).

*"Todas as outras obras nossas, no último mês, estavam com elevador montando ainda [...] 'tá' generalizado. É um problema a nível nacional."* (Engenheiro 17).

O Engenheiro 9 faz uma importante observação sobre o contrato com os fornecedores de elevador:

> O processo está errado desde a compra. O fornecedor te entrega o contrato padrão dele. Eles têm a data de início e término de montagem, com multas se eles atrasarem. O problema é que os fornecedores colocam uma cláusula no contrato de que se a obra atrasar eles já não garantem mais prazo nenhum, nem de entrega.

**Pressurização de escadas.**

Com relação à pressurização de escadas, os entrevistados mencionam as seguintes restrições:

- Falta de projetos e especificações nesses;
- Retrabalhos devido à mudanças normativas constantes;
- Dificuldade de solicitar ART (Anotação de Responsabilidade Técnica);
- Falta de equipamento devido a sua programação ser feita em curto prazo.

O Engenheiro 6 menciona que há dificuldade no transporte do material para execução desse processo. O motor é grande e pesado. Tem que prever equipamento de subida desse material além de espaço físico para o transporte.

O Engenheiro 7 menciona que o processo em si é complexo, e por isso exige uma mão de obra qualificada para fazê-lo.

## 4.8.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 8

A tabela 11 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 8 – Instalações e aparelhos.

Tabela 11 – Síntese dos resultados da Etapa 8 de Instalações e aparelhos

| Processos construtivos da etapa de Instalações e aparelhos | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Pedras | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada. |
| | Materiais | Atraso na entrega de materiais | X | | Falta de planejamento do fornecedor para cumprimento dos prazos de entrega. |
| | Processo | Retrabalhos | X | | Erros nas medidas e nos cortes das pedras. Falta de cuidado no manuseio das pedras. Falta de manutenção. |
| Louças e metais sanitários | Materiais | Atraso na entrega de materiais repostos | X | | Com objetivo de reduzir custos, compra-se materiais de má qualidade que devem ser trocados. Devido ao atraso na entrega desses novos materiais, sua instalação acaba atrasando. |
| | Processo | Retrabalhos | | X | Devido a um problema de ordem social, muitos metais são furtados por colaboradores da própria obra. Esses materiais devem ser repostos e novamente instalados. |
| Instalações elétricas | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada. |
| | Processo | Retrabalhos | | X | Devido a um problema de ordem social, muitos cabos elétricos são furtados por colaboradores da própria obra. Esses materiais devem ser repostos e novamente instalados. |
| | Projetos | Modificações de projetos | X | | Falta de compatibilidade dos projetos por parte dos escritórios e projetistas. Falta de compatibilização dos projetos gera erros orçamentários: índices errados, falta de previsão de equipes para determinadas atividades, erros de quantificação de materiais, etc. |
| | Mão de obra | Falta de fornecedores | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| Instalações hidráulicas e sanitárias | Mão de obra | Falta de mão de obra qualificada | X | | Falta de incentivo do setor à qualificação profissional. |
| | | | | X | Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada. |
| | Projetos | Modificações de projetos | X | | Falta de compatibilidade dos projetos por parte dos escritórios e projetistas. Falta de compatibilização dos projetos gera erros orçamentários: índices errados, falta de previsão de equipes para determinadas atividades, erros de quantificação de materiais, etc. |
| | Mão de obra | Deslocamento de equipes | X | | A falta de apropriação de equipes para esses processos geram deslocamento de outras equipes para a realização desses. |
| | Processo | Retrabalhos | X | | Execução de atividade por profissional não apto para a mesma. Má qualidade de execução ou erros na execução dessas atividades. |

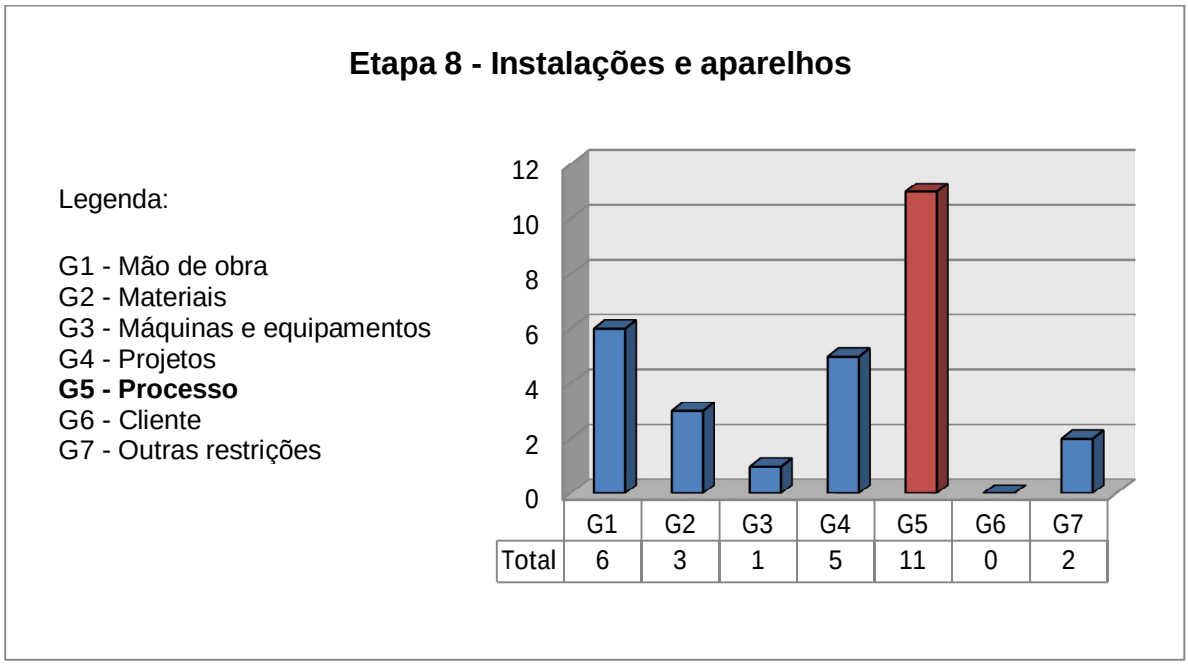
Tabela 11 – Síntese dos resultados da Etapa 8 de Instalações e aparelhos (continuação)

| Processos construtivos da etapa de Instalações e aparelhos | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa *et al.* (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Instalações de gás | Processo | Retrabalhos | X | | Falta de inspeção e cuidado no assentamento da tubulação de cobre. Dificuldade de manutenção. |
| Instalações de prevenção e combate a incêndio | Projetos | Modificações de projetos | X | | Falta de compatibilidade dos projetos por parte dos escritórios e projetistas. Falta de compatibilização dos projetos gera erros orçamentários: índices errados, falta de previsão de equipes para determinadas atividades, erros de quantificação de materiais, etc. |
| | Processo | Retrabalhos | X | | Execução de processo com baixa qualidade devido à mão de obra desqualificada. |
| Instalações de ar condicionado | Processo | Retrabalhos | X | | Execução mal feita do processo. |
| | Processo | Atraso na execução dos processos | X | | Falta de planejamento do cliente em relação ao cumprimento dos prazos combinados para execução dos projetos modificados e indefinições por parte do cliente. |
| | Processo | Retrabalhos | | X | Devido a um problema de ordem social, muitos cabos de cobre são furtados por colaboradores da própria obra. Esses materiais devem ser repostos e novamente instalados. |
| Instalações mecânicas | Materiais | Atraso na entrega do elevador | X | | Falta de planejamento dos fornecedores. |
| | Mão de obra | Falta de fornecedores | | X | Alta demanda do setor e poucos fornecedores para atender a demanda. |
| | Projetos | Modificações de projetos | X | | Inconsistências, falta de especificações e erros nos projetos. |
| | Processo | Atraso na montagem do elevador | X | | Falta de planejamento das empresas que fazem a montagem do elevador. |
| Pressurização de escadas | Projetos | Falta projeto | X | | Falta de planejamento das empresas em contratar a elaboração dos projetos de paginação. |
| | Outras restrições | Retrabalhos | | X | Mudanças normativas ocorridas após a execução dos processos. |
| | Outras restrições | Dificuldade de solicitação de ART | X | | Falta de planejamento das empresas em prever a solicitação de ART em tempo hábil, visto que essa solicitação demanda um prazo maior para ser realizada. |
| | Máquinas e equipamentos | Falta equipamento | X | | Falta de planejamento em fazer a programação do equipamente em tempo hábil. |
| | Processo | Atraso do processo | | X | Complexidade do processo em si e falta de mão de obra para fazê-lo. |

Fonte: elaborado pela autora

Na tabela 11 constam 28 restrições. A figura 19 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros na etapa 8.

Figura 19 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 8




Fonte: elaborado pela autora

## 4.9 ETAPA 9 - COMPLEMENTAÇÃO DE OBRA

Na etapa de Complementação de obra foram pesquisadas restrições nos processos abaixo, conforme roteiro elaborado a partir da NBR 12721 (ABNT, 2006):

- Limpeza final;
- Complementação artística e paisagismo;
- Ligações definitivas e certidões: água, luz, esgoto, incêndio, gás, etc.;
- Recebimento de obra: arremates, ensaios gerais de instalações, habite-se.

### Limpeza final

Nesta etapa final os engenheiros mencionam que ocorrem desentendimentos entre as equipes de limpeza e pintura, pois uma afirma que a outra esta sujando, e vice-versa. O Engenheiro 4 afirma que o ideal é contratar para o serviço de limpeza final

a mesma equipe que fez a pintura. Existem empresas que fazem esses dois serviços, justamente por saberem desse problema.

O Engenheiro 16 afirma que é difícil a manutenção da limpeza final, gerando muito retrabalho. Esse problema se agrava devido à cultura do setor de contratar empresas e profissionais desqualificados para executar esse processo.

O Engenheiro 17 alerta um cuidado que se deve ter em relação à data para iniciar esse serviço: *"Você tem que colocar para limpar na hora certa. Se você antecipa, vai ter que limpar de novo. Isso gera custo e retrabalho."* Os engenheiros enfatizam que muito deste retrabalho ocorre também devido às constantes modificações de clientes nessa etapa final de obra.

**Complementação artística e paisagismo**

Os entrevistados dizem que esses processos normalmente não geram atrasos, sendo de fácil controle.

Os engenheiros alertam para o pouco conhecimento técnico dos engenheiros em relação ao material e custo de paisagismo:

> A gente como engenheiro civil, não conhece nada sobre paisagismo. Então a gente não sabe se o cara 'tá' te enganando com a qualidade de uma muda, tipo, atura da muda [...] é difícil a contratação do paisagismo porque o cara te dá um preço baixo e ganha, mas a altura da muda que ele te manda é mais baixo que o do outro que te deu um preço mais caro e não ganhou porque ele te deu o preço correto [...] é muito difícil equalizar as propostas, porque a gente não entende. (Engenheiro 8)

O Engenheiro 6 também alerta para programar a execução do paisagismo poucos dias antes da entrega, para evitar respingos de tintas nas plantas. Caso esse processo seja antecipado, pode gerar retrabalho e custo extra.

**Ligações definitivas e certidões**

Poucos engenheiros mencionam que há atraso nas ligações devido à falta de planejamento por parte das construtoras em solicitar com antecedência as ligações definitivas às concessionárias. Em contrapartida, a grande maioria dos entrevistados diz que a falta de planejamento ocorre por parte das concessionárias, e não por parte da construtora:

> O grande problema está no atraso das concessionárias. Não há um prazo único para fazer as ligações, ficando as construtoras à mercê das concessionárias [...] às vezes as ligações são feitas em um mês, outra hora em seis meses... não há prazo fixo por parte das concessionárias para se fazer as ligações. (Engenheiro 2)

Os engenheiros mencionam que o maior atraso é por parte da concessionária de energia, devido à alta demanda e alta burocracia para conseguir as ligações. O Engenheiro 9 afirma: *"A Escelsa (concessionária de energia local) é problema. Dificuldade de entrega, dificuldade de vir à obra [...] Hoje o grande problema da Escelsa é aprovar o projeto, pois não tem prazo para aprovar nenhum projeto mais."* O Engenheiro 17 corrobora a afirmação:

> Concessionárias hoje é um problema, principalmente a Escelsa [...] tem que ficar em cima. Cesan (concessionária de saneamento local) pode agarrar, mas é menos provável, se tiver tudo certinho [...] outra que eu tive problema nas duas últimas obras que eu fiz foi com a Petrobrás. Se ela não tiver com a rede passando na sua rua ela vai te prometer um prazo para atender a sua obra pra você não fazer a sua central de gás aqui, e aí no final das contas você vai ter que brigar com muita gente para você ter a sua rede pronta e eles ligarem a sua obra... eu já entreguei obra sem gás... e já comprei material para os 'caras" montarem pra mim por que lá é uma burocracia danada.

O Engenheiro 10 também alerta para conhecer a capacidade da rede existente de forma a atender a demanda do edifício. Essa falta de conhecimento e/ou má especificação de projeto pode gerar retrabalho:

> Tem que ver com muita antecedência se a rede que passa na rua tem capacidade de atender, se nao vai ter que fazer um reforço, colocar um transformador, consultar o projetista, porque muitas vezes você tá com a ligação toda pronta e a rede não tem capacidade para atender [...] aí a Escelsa tem que fazer um reforço e ela pede sessenta dias, você estando com a obra pronta.

**Recebimento de obra**

A grande restrição abordada no processo de entrega da obra são os retrabalhos gerados devido à vistoria do corpo de bombeiros militar para liberação do documento "Habite-se"[13].

Várias são as queixas em relação a essa vistoria, conforme verbalizações descritas a seguir.

[13] O "Habite-se" é um documento emitido pela prefeitura da cidade atestando que a construtora conclui o edifício cumprindo as exigências da legislação municipal, das concessionárias de serviço público e do projeto aprovado. O corpo de bombeiros militar é o órgão que faz a vistoria e emite o laudo para liberação desse documento na prefeitura. Somente após emissão desse documento, a construtora poderá liberar o uso das áreas dos edifícios para os condôminos.

> Toda entrega de obra está um parto. A minha última obra, eles fizeram cinco inspeções na obra [...] Mudou muito, o corpo de bombeiro está muito rigoroso e nós não nos adaptamos. Eles estão extremamente impositivos e autoritários [...] Restrição fortíssima para entrega de obra é habite-se de corpo de bombeiro por não sabermos o que eles querem. Não dá pra saber o que eles querem. (Engenheiro 6)

*"A vistoria do corpo de bombeiros não tem critério."* (Engenheiro 7)

*"O bombeiro é uma caixinha de surpresa. Ele pode vir e não achar nada, como pode vir e achar um monte de problema [...] pode 'tá' tudo igual o projeto e ele falar que o projeto 'tá' errado. Eles não se responsabilizam pelo projeto"* (Engenheiro 9)

*"O projeto aprovado para o corpo de bombeiro não quer dizer nada."* (Engenheiro 16)

Em contrapartida, o Engenheiro 17 diz que muitos desses problemas ocorrem devido à falta de conhecimento dos engenheiros em relação à norma específica:

> A gente falha no conhecimento da norma deles [...] eles (os fiscais do corpo de bombeiros) exigem coisas que eu nunca vi na minha vida, mas que tinha na norma [...] Você pega pelos projetos. Hoje os projetos de incêndio são dez vezes mais completos do que os projetos de cinco anos atrás... a gente tem que conhecer as exigências da norma.

Essa é uma afirmação importante, pois as contestações em relação à vistoria final do corpo de bombeiros podem ser mitigadas caso haja treinamento com os gestores de obras para conhecimento das exigências normativas.

Outra causa de retrabalho é o alto grau de exigência por parte dos clientes no ato de vistoria final para entrega do imóvel: *"O cliente é muito criterioso. O nível de exigência cresceu absurdamente nos últimos anos."* (Engenheiro 9).

A autora deste trabalho questiona se a exigência é a mesma entre os clientes de imóveis de baixo e alto padrão. A resposta é afirmativa:

> Eu já fiz obra de quatro quartos na beira do mar e já fiz obra 'Minha casa, minha vida' com R$ 47 mil de subsídio. A exigência é a mesma (do cliente). Eles não querem saber se eles estão pagando R$ 500 mil ou R$ 47 mil (pelo imóvel). (Engenheiro 18)

Além das restrições descritas, ocorrem atrasos devido à falta de planejamento para execução das modificações de clientes, e ao atraso do próprio cliente no ato da vistoria final e entrega de imóvel.

Os engenheiros não mencionam aqui quaisquer restrições referentes aos projetos. É importante salientar que nessa etapa há uma tendência de redução de restrições

voltadas para projetos, visto que nas etapas finais os projetos estão praticamente todos elaborados e consolidados, havendo poucas modificações.

### 4.9.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA ETAPA 9

A tabela 12 a seguir descreve a síntese dos resultados referentes aos processos construtivos da etapa 9 – Complementação de obra.

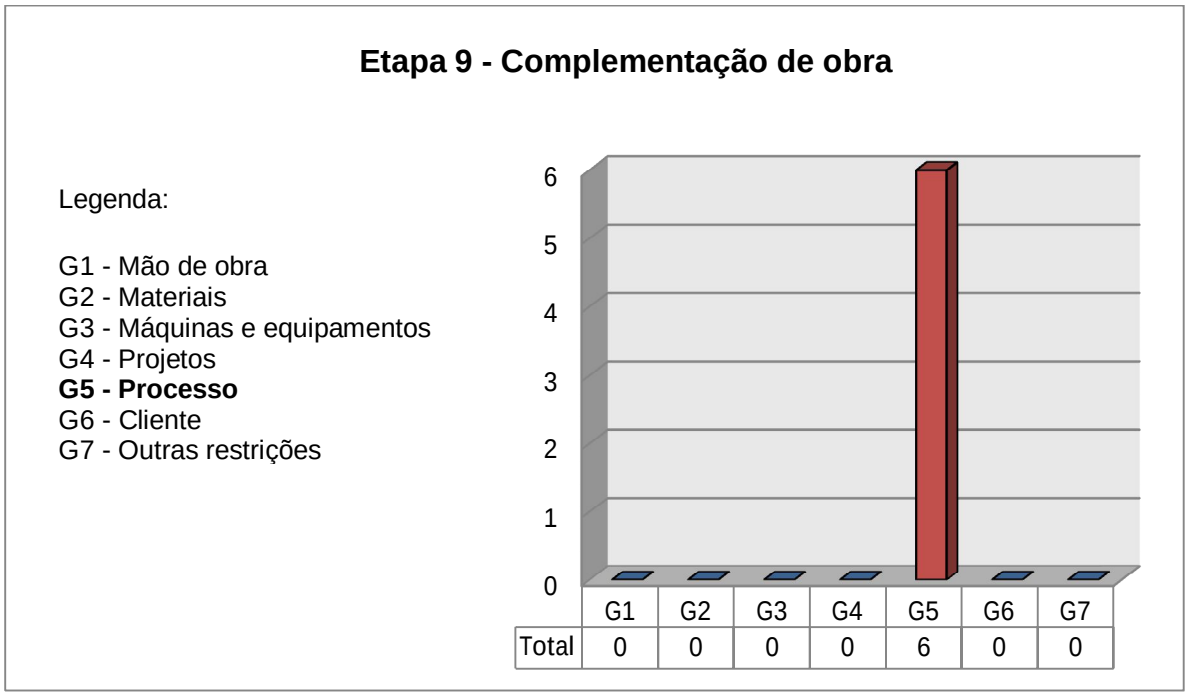
Tabela 12 – Síntese dos resultados da Etapa 9 de Complementação de obra

| Processos construtivos da etapa de Complementação de obra | Grupo que a restrição pertence - baseado no trabalho de Costa et al. (2005) | Restrições abordadas | Controlável | Não controlável | Causas |
|---|---|---|---|---|---|
| Limpeza final | Processo | Retrabalho | X | | Dificuldade de manutenção da limpeza final. Falta de planejamento das empresas em contratar empresas/profissionais qualificados.<br>Modificações de clientes fora do prazo previsto.<br>Falta de planejamento da empresa - antecipação do processo de limpeza. |
| Complementação artística e paisagismo | Processo | Retrabalho | X | | Falta de planejamento da empresa - antecipação do processo.<br>Falta de conhecimento dos engenheiros sobre materiais e custos de paisagismo. |
| Ligações definitivas e certidões | Processo | Atraso no fornecimento de ligações definitivas por parte das concessionárias | X | | Falta de planejamento das construtoras em solicitar o pedido de ligação com antecedência.<br>Falta de planejamento das concessionárias para atendimento no prazo combinado. |
| | Processo | Retrabalho | X | | Desconhecimento da capacidade da rede existente para atendimento da demanda do edifício.<br>Especificação errada de projeto em relação à capacidade da rede existente. |
| Recebimento de obra | Processo | Retrabalho | | X | Falta de critério de vistoria por parte do corpo de bombeiros militar. Falta de profissionalismo por parte dos fiscais do corpo de bombeiros. |
| | | | X | | Falta de conhecimento dos gestores de obras em relação às normas específicas para liberação do "Habite-se".<br>Falta de treinamento dos gestores de obras para conhecimento das exigências normativas em relação à vistoria final do corpo de bombeiros.<br>Alto grau de exigência dos clientes na vistoria final de seus imóveis. |
| | Processo | Atraso na vistoria final pelos clientes | X | | Falta de planejamento por parte do cliente e/ou não cumprimento dos prazos estabelecidos para recebimento dos imóveis. |

Fonte: elaborado pela autora

Na tabela 12 constam 6 restrições. A figura 20 a seguir evidencia o grupo de restrições abordado pelos engenheiros na etapa 9.

Figura 20 – Grupo de restrições mais abordado na etapa 9




Fonte: elaborado pela autora

## 4.10 TOTAL POR GRUPO DE RESTRIÇÕES ABORDADAS

Na tabela 13 a seguir consta o total, por grupo, de restrições abordadas pelos entrevistados. Essa tabela foi elaborada a partir das sínteses dos resultados que constam nas tabelas de todas as etapas descritas anteriormente.

Ou seja, de todas as 173 restrições abordadas e sintetizadas, 42 pertence ao grupo de “Processo”, caracterizando assim o grupo mais mencionado pelos profissionais.

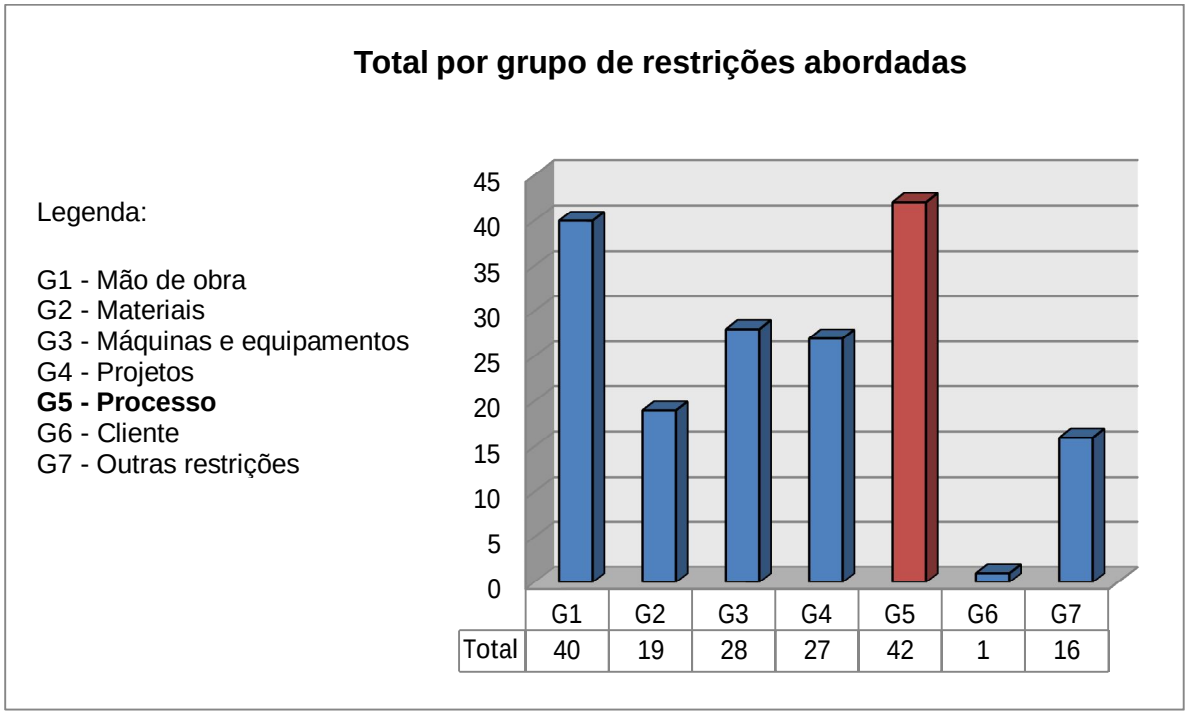
Tabela 13 – Total por grupo de restrições abordadas pelos entrevistados

| Grupo de Restrições - baseado no trabalho de Costa et al. (2005) | Total por grupo de restrições mencionadas |
|---|---|
| Mão de obra | 40 |
| Materiais | 19 |
| Máquinas e equipamentos | 28 |
| Projetos | 27 |
| Processo | 42 |
| Cliente | 1 |
| Outras restrições | 16 |
| **Total** | **173** |

Fonte: elaborado pela autora

A figura 21 a seguir evidencia o grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros para execução de um edifício.

Figura 21 – Grupo de restrições mais abordado pelos engenheiros para execução de um edifício




Fonte: elaborado pela autora

Portanto, de acordo com as percepções dos engenheiros entrevistados, as restrições que impactam significativamente na produção dos edifícios são restrições

de processos, seguidas dos grupos de mão de obra, máquinas e equipamentos e projetos.

## 4.11 OUTRAS ABORDAGENS DOS ENTREVISTADOS

Outras abordagens foram realizadas pelos entrevistados durante as entrevistas. A autora deste projeto questiona como determinados fatores (relativos ao ambiente de trabalho, planejamento, competitividade profissional, etc.) podem influenciar negativamente na produção, gerando atrasos e custos.

A seguir são descritas abordagens feitas pelos entrevistados, consideradas importantes para a pesquisa. Essas abordagens, se controladas, podem reduzir significativamente as restrições e o impacto dessas na produção.

### Sobre o ambiente de trabalho e tratamento ao funcionário

> O ambiente de trabalho é um dos fatores que mais fixa os funcionários no seu trabalho. Em qualquer nível. Seja ele 'peão', seja ele diretor... se o operário se sente gente, ele dá importância pra isso [...] chamar pelo nome, tratar diretamente [...] tentar fazer com que ele entenda o que ele tá fazendo e porque ele tá fazendo [...] tentar dar a ele um visão de que ele faz parte do processo. Ele passa a perceber que ele faz parte da empresa, faz parte do processo, que ele é importante [...] muitas vezes a diferença de salário é menos importante do que o tratamento que é dado a ele, dele se sentir importante no processo. Isso fixa o operário mais do que a vantagem econômica... diminui a rotatividade. (Engenheiro 10)

> Através do canteiro de obras você dá a mensagem aos funcionários o quanto você se preocupa com eles. Você faz um refeitório bacana, ventilado, coloca uma televisão, faz um banheiro grande... a mensagem que você passa é: estou cuidando de vocês, eu quero que vocês tenham um ambiente de trabalho bacana. (Engenheiro 6)

### Competitividade profissional e troca de informações

> O engenheiro é muito competitivo. Não sei por quê. Não é todo mundo que gosta de dar informação [...] o que vale no mercado é o que você sabe [...] o valor do título é o mesmo. O que difere é o meu conhecimento [...] e o profissional é remunerado, ele cobra por isso. (Engenheiro 10)

### Inexperiência do profissional recém-formado

> Normalmente a experiência do profissional de engenharia é adquirida da pior forma possível. A gente adquire errando. O nosso trabalho de aprendizado é um trabalho de erro-acerto... a medida que o profissional vai ficando mais experiente, obviamente ele vai errando menos, pois ele passa a ter um método próprio, e que normalmente não é o mesmo para todos os profisisonais. (Engenheiro 10)

### Planejamento

*"O planejamento é o seu norte... mas o planejamento também tem as suas restrições de ordem técnica e de sequência de execução... nem sempre é a sequência ideal. Porque obra é problema."* (Engenheiro 7)

O Engenheiro 10 faz uma importante abordagem em relação ao custo que se exige na elaboração de um planejamento formal:

> Uma boa parte das empresas não faz o planejamento formal. É impossível você fazer uma obra civil, que é feito de etapas, sem planejamento. É impossível você não planejar [...] A gente não faz esse planejamento formal, mas não tem como você não se planejar [...] Quanto mais experiência tem o profissional, menos formal é esse planejamento. Isso é ruim [...] Tudo que você faz na obra para planejar, para programar, pra verificar, pra corrigir, tem custo. Agora, você tem que saber até que ponto esse custo é custo, até que ponto ele é benefício. É difícil fazer essa dosagem.

O engenheiro exemplifica sobre a questão de se ter ou não vigia na obra. O custo de se ter um vigia na obra não equipara o custo referente aos furtos. Então o engenheiro prefere não ter o vigia e deixar que roubem a obra. Isso amplifica um problema social, mas para a empresa, o custo *versus* benefício é melhor se for dessa forma. O engenheiro aborda que muitos empresários seguem essa mesma filosofia em relação ao planejamento. É difícil mensurar esse custo, mas o engenheiro acredita que o custo para realização de um planejamento formal é maior do que todo o gasto que se tem como consequência da falta de um planejamento formal. Na visão desse profissional, esse pensamento é politicamente incorreto, mas economicamente correto.

## 4.12 ETAPAS COM MAIOR OCORRÊNCIA DE ATRASOS E PRINCIPAIS RESTRIÇÕES

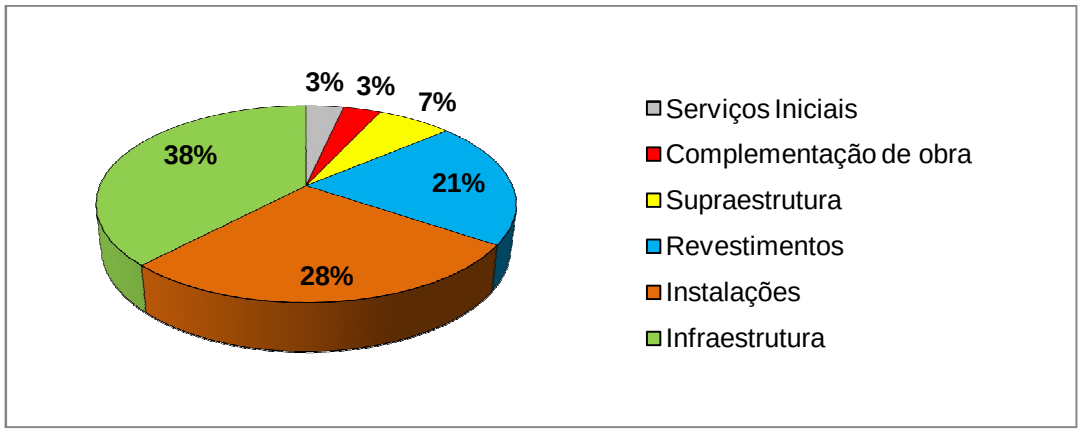
Ao final de cada entrevista realizada, a autora deste trabalho fez duas perguntas abrangentes aos entrevistados:

1. Em sua percepção, qual (ou quais) a etapa (s) com maior ocorrência de atrasos nas obras?
2. Em sua percepção, qual (ou quais) restrição (restrições) que mais impacta no não cumprimento dos prazos das obras?

É importante ressaltar que o objetivo dessas perguntas não foi realizar uma análise quantitativa.

As figuras 22 e 23 mensuram as respostas dos engenheiros.

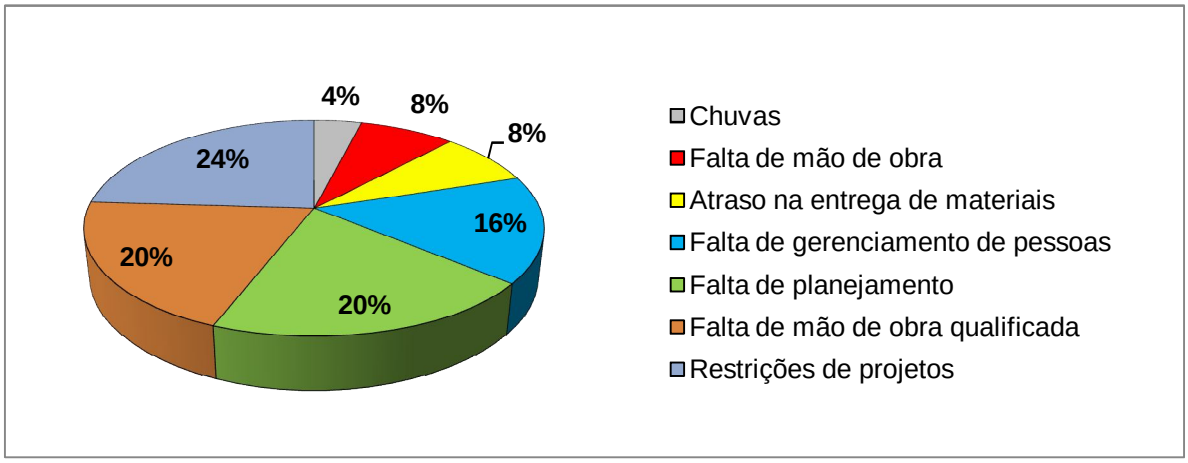
Figura 22 – Etapas de maior ocorrência de atrasos pela percepção dos engenheiros




Fonte: elaborado pela autora

Conforme se demonstra na figura 22, a etapa de maior ocorrência de atrasos é a Infraestrutura seguida de Instalações (principalmente elevador), de acordo com a percepção dos entrevistados. Devido ao maior grau de incerteza e por ser a primeira etapa efetiva da obra após instalação do canteiro, na infraestrutura os projetos ainda estão sendo revisados e até mesmo elaborados. Isso dificulta o início previsto dos processos, bem como a execução desses.

Figura 23 – Restrições que mais impactam no não cumprimento dos prazos pela percepção dos engenheiros




Fonte: elaborado pela autora

Conforme se demonstra na figura 23, de acordo com a percepção dos engenheiros as restrições que mais impactam no não cumprimento dos prazos estão relacionadas aos projetos, seguidas de falta de planejamento e falta de mão de obra qualificada.

Uma das causas das restrições de projetos refere-se aos poucos escritórios existentes no estado do Espírito Santo para atender a alta demanda atual do setor. É importante que os escritórios de projetos planejem-se para atendimento dos prazos combinados diante dessa complexa situação atual.

Cabe ressaltar que, nesta pesquisa, a falta de planejamento (assim como a falta de gerenciamento de pessoas) não é caracterizada como uma restrição, e sim como a causa de muitas restrições. É importante relembrar que por vezes, durante as entrevistas, os engenheiros não fizeram distinção entre esses termos, associando as causas como sendo restrições.

No que se refere à falta de mão de obra qualificada, os entrevistados acreditam que essa é uma restrição sazonal do setor. Visto que o setor ainda encontra-se "aquecido" e o índice de desemprego no setor é baixo. Porém, a construção civil, assim como a economia, tem seus momentos de crescimento e recessão. Atualmente há uma forte tendência de redução de produção e, consequentemente, de regularização de mão de obra e de necessidade de qualificação da mesma.

# 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

*O óbvio, que não é tão óbvio.*

# 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Neste trabalho foram descritas restrições de processos construtivos de edifícios do tipo residenciais e comerciais. Para coleta de dados foram feitas entrevistas com engenheiros de obras, norteadas por um roteiro semi-estruturado. A análise qualitativa foi realizada a partir das percepções desses profissionais.

A abordagem metodológica aplicada para esse trabalho foi considerada adequada para coleta dos dados e fundamentação desses. A gravação das entrevistas, realizadas a partir de uma conversa face-a-face e espontânea com os entrevistados, possibilitou uma ampla coleta de informações e detalhes.

Esse trabalho é fundamentado pelos princípios e conceitos da filosofia *Lean Construction* (Construção Enxuta) e do Sistema *Last Planner*® de produção. Através do trabalho realizado pode-se perceber que a implementação desses princípios gerenciais e disseminação desses conceitos necessitam, antes de qualquer coisa, de uma mudança cultural e conhecimento específico dos novos conceitos e modelos de gestão por parte dos envolvidos direta e indiretamente na produção.

Apesar de haver conscientização da necessidade de mudanças e do desenvolvimento de novas práticas de gestão por grande parte dos profissionais, esses se encontram estagnados dentro de uma concepção convencional de produção. Isso se deve a um paradigma cultural de complexa modificação no setor de construção.

Como forma de cumprimento do objetivo geral desse trabalho, foram descritas restrições de processos construtivos no capítulo 4 de Resultados e discussões. Essas restrições foram sintetizadas em tabelas que também constam nesse mesmo capítulo.

As restrições foram classificadas em grupos principais caracterizados de acordo com o trabalho de Costa *et al.* (2005). A partir dessa classificação e dos dados obtidos nas entrevistas, pode-se concluir que o grupo de restrições mais mencionado pelos profissionais foi o grupo de “Processos”. Ressalta-se que o grupo referente a “Mão de obra” também foi bastante mencionado pelos profissionais, seguido dos grupos de “Máquinas e equipamentos” e de “Projetos”.

A partir dos resultados e discussões descritos no capítulo anterior, baseado nas percepções dos engenheiros, pode-se considerar que:

1. A falta de planejamento dos agentes envolvidos direta e indiretamente na produção é uma causa constantemente abordada para ocorrência de restrições de Processos. Isso remete à necessidade de implementação de metodologias e ferramentas para gerenciamento de processos, baseadas nos princípios e conceitos da *Lean Construction* (Construção Enxuta) e do Sistema *Last Planner*®;
2. A falta de mão de obra, principalmente qualificada, é uma restrição que impacta significativamente na produção, principalmente na etapa de supraestrutura. A falta de incentivo à qualificação profissional por parte das empresas é uma causa forte para esse quadro. Cabe relembrar aqui que, assim como a economia, o setor construtivo tem momentos de crescimento e recessão. O mercado atual ainda encontra-se “aquecido”, mas há uma tendência de redução de produção por todos os agentes da cadeia construtiva. Esse fato poderá impulsionar, indiretamente, à necessidade de qualificação dos profissionais para atuação no setor;
3. A falta de fornecedores no mercado para atendimento da demanda atual é a principal causa para a falta de equipamentos nas obras. O grupo de máquinas e equipamentos foi mais mencionado na etapa de infraestrutura, que é uma etapa na qual necessita de maior controle para que se tenha o mínimo possível de desvios, visto que essa etapa faz parte do caminho crítico da obra. Ou seja, se essa etapa atrasar as demais também atrasarão.
4. O prazo insuficiente para os projetistas elaborarem os projetos é uma causa para falta, erros e constantes modificações realizadas neles. As causas primárias para ocorrência dessas restrições são: falta de planejamento das empresas construtoras em solicitarem os projetos para elaboração em tempo hábil, e a quantidade de escritórios de projetos insuficiente para atender a demanda atual do setor.

## 5.1 PERCEPÇÕES FINAIS DA AUTORA

Após transcrições das entrevistas, a autora deste projeto fez uma análise dos dados obtidos, formulando suas próprias percepções sobre as informações recebidas. Essas percepções são descritas a seguir:

- Observou-se que em alguns momentos das entrevistas houve grande dificuldade por parte dos entrevistados em recordar as restrições dos processos. Esse fato pode ocorrer devido à falta de hábito, ou mesmo de conhecimento, em analisar essas restrições e removê-las em tempo hábil. Notou-se que a não remoção de algumas restrições são recorrentes de uma obra para outra, o que demonstra uma informalidade do processo de planejamento e gestão;
- Há uma preocupação grande da empresa e dos profissionais em relação à fidelização dos fornecedores, e vice-versa. Em algumas situações ocorre de um determinado fornecedor ser a única opção para o engenheiro, por esse trabalhar muitos anos para empresa ou ser o fornecedor de referência do Estado. Isso pode "engessar" as opções de conhecer novos fornecedores, com boa qualidade e menor demanda de serviço no mercado. Muitas vezes o fornecedor de referência, por ser referência, tem uma alta demanda de produção, e não recusa a proposta por receio de perder a fidelização com a empresa. Isso gera atraso, pois esse fornecedor não consegue cumprir os prazos combinados;
- Os engenheiros que trabalham muitos anos na mesma empresa e trabalham com edifícios tipo "condomínio" (como os de incorporação) não mencionam ter problemas com mão de obra - devido à fidelização dos empreiteiros - e menores problemas em relação aos processos - por esses serem repetidos de edifício a edifício. Ou seja, esses engenheiros já conhecem os projetos, estão acostumados a trabalhar com obras de incorporação e com uma equipe fidelizada, gerando assim menor tendência de atraso;
- Os engenheiros com maior tempo de atuação como construtores tendem a não fazer questionamentos ou mencionar a falta de planejamento como causa de restrição;
- Há uma grande dificuldade dos engenheiros em adaptar as equipes ao uso de novas ferramentas ou inovações tecnológicas. Muitas vezes recomenda-se o uso de novas ferramentas com a finalidade de evitar retrabalhos e manutenção dos

materiais já assentados, porém as equipes se recusam a utilizar por não estarem adaptados àquela nova ferramenta e tecnologia. É um problema cultural dos colaboradores, muito acomodados aos métodos tradicionais de execução e fechados às novas tecnologias e alternativas construtivas;

- Os engenheiros que trabalham em empresas que possuem um setor de projeto no escritório central mencionam menos restrições referentes ao grupo de projetos (como falta de projeto, incompatibilidades, etc.);
- Alguns custos extras e restrições ocorrem por falta de previsão orçamentária. Determinados insumos e equipamentos, que deveriam ser planejados na fase de orçamentação, não são. Uma hipótese para a ocorrência desse problema é a falta de experiência do engenheiro orçamentista em relação aos processos construtivos de um edifício. Outra hipótese seria a falta de acompanhamento e análise por parte do engenheiro da obra durante a elaboração do orçamento. É difícil pressupor de quem é essa responsabilidade. Isso pode ser um indício de que há uma falha de atribuição de funções. Esse mesmo fato pode ser atribuído às revisões de projetos - de quem é a responsabilidade de compatibilizar, entrar em contato diário com os projetistas, cobrar dos mesmos as modificações para que essas não atrasem o andamento da obra? Do setor de projetos da empresa ou do próprio engenheiro da obra? - São responsabilidades mal definidas. Ocorrem também delas serem definidas, porém não são informadas para o responsável. Isso também pode ser um indício de que há falta de treinamento para os funcionários recém-chegados à empresa e que a comunicação da mesma é falha;
- Em relação à produtividade dos funcionários, cabe ressaltar que os índices de produtividade utilizados pelos orçamentistas não levam em consideração o desgaste físico do colaborador ao longo do dia. O que já demonstra certo grau de incerteza em relação à quantidade de colaboradores mensurada nas equipes;
- Cabe lembrar que os entrevistados trabalham atualmente no estado do Espírito Santo. Portanto, algumas restrições mencionadas (como falta de fornecedores para suprir a demanda do setor) podem ser inerentes ao estado. Isso não quer dizer que essas restrições afetam a produção de edifícios nos demais estados brasileiros;
- Os entrevistados mencionam, em grande parte dos processos, a falta de

fornecedor para atender a demanda atual. Isso faz com que o preço de construção do Espírito Santo seja igual ou maior em relação aos grandes estados brasileiros, como São Paulo e Rio de Janeiro. Como há uma grande demanda, os fornecedores se sentem em uma “zona de conforto” para aumentar o valor de seus serviços;

- Em praticamente todas as etapas foram relatadas restrições relativas à falta de mão de obra (principalmente qualificada) e falta de fornecedores de materiais. É importante ressaltar que essas são restrições comuns do momento atual do setor de construção civil, que se encontra “aquecido”. A alta quantidade de construções tipo condomínios habitacionais e programas de incentivo do governo (como o “Minha casa, minha vida”) podem ser facilitadores para a ocorrência dessas restrições.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Analisar restrições em processos construtivos em outras áreas do setor de construção, como obras marítimas, industriais, rodoviárias, etc.;
- Analisar restrições a partir das percepções dos demais profissionais envolvidos na produção, como mão de obra direta, projetistas, empreiteiros, etc.;
- Analisar restrições em obras dos demais estados brasileiros e seus profissionais envolvidos;
- Propor um roteiro/manual/*check-list* padrão para análise das restrições aqui descritas e abordadas, e tantas outras relevantes;
- Quantificar a redução de gastos em função da análise prévia de restrições a partir da implementação de um roteiro/manual/*check-list* padrão;
- Verificar e analisar as dificuldades de escritórios de projetos, bem como de fornecedores, para atendimento dos prazos e propor melhorias para os mesmos;
- Propor treinamentos para reeducar os colaboradores e adaptá-los aos novos conceitos de gestão e exigências normativas, criando-se indicadores de desempenho.

Sugere-se à Universidade Federal do Espírito Santo desenvolver novas pesquisas dentro da área de gerenciamento, como forma de incentivo ao conhecimento e prática de novos conceitos de gestão, uma vez que o estado do Espírito Santo tem uma produção de impacto significativo no setor de construção civil nacional e que a hipótese de que, em breve, a obrigatoriedade da prática efetiva de planejamento formal nas empresas do setor tende a ser verdadeira.

# 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

# 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ACKOFF, R. L. **Planejamento empresarial.** Rio de Janeiro: LTC, 1981.

AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MS Project.** Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

ALMEIDA JUNIOR, Aguiar Ribeiro de. **Gerenciamento de restrições no planejamento da produção em uma indústria siderúrgica**. Dissertação. Faculdade de Ciências Empresariais, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 14653-4**: Avaliação de bens - Parte 4: Empreendimentos. Rio de Janeiro, 2002.

BALLARD, Glenn. **The Last Planner.** Nothern California Construction Institute Monterey. California: 1994. Disponível em: <http://www.leanconstruction.org>. Acesso em: 17 ago. 2011.

BALLARD, Glenn. **The Last Planner System of Production Control.** Tese (Doutorado). School of Civil Engineering. Faculty of Engineering, University of Birmingham, 2000.

BALLARD, Glenn. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5, 1997, Australia. **Proceedings…** IGLC, 1997.

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. An update on Last Planner®. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Virginia. **Proceedings…** Virginia: 2003. Disponível em: http://retrofit2012.org/iglc2/?page_id=99>. Acesso em: 26 abr. 2013.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998.

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

BERNARDES, M. M. e S. **Processo de planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos Editora S.A., 2003.

BERNARDES, M. M. e S.; BORTOLAZZA, R. C. Estado da arte do processo de identificação de restrições em um grupo de empresas de construção civil de Porto Alegre/RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, V, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004.

BORTOLAZZA, R. C. **Contribuições para a coleta e a análise de indicadores de planejamento e controle da produção na construção civil**. 2006. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BRESSIANI, L., SANTOS, D. G., SAFFARO, F. A., SOUZA E SILVA, M. F., HEINECK, L. F. M. O comportamento dos engenheiros de obra em relação aos princípios lean. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003, São Carlos. **Anais**... São Carlos, 2003.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil**: uma abordagem baseada na mentalidade enxuta. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração.** 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

CHOO, H. J., TOMMELEIN, I. D., BALLARD, G., ZABELLE, T. R. Workplan: constraint-based database for work package Scheduling. Journal of Construction Engineering and Management. p. 151-160, Mai/Jun, 1999. Disponível em: < http://iwave.ru/files/649/WorkPackages.pdf>. Acesso em 26 abr. 2013.

CHUA, D. K. H., SHEN, L. J. Constraint modeling and buffer management with integrated production scheduler. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9., 2001, Singapore. **Proceedings**... Singapore, 2001, 11p. Disponível em: < http://cic.vtt.fi/lean/singapore/chua&shenfinal.pdf>. Acesso em 26 abr. 2013.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o planejamento e controle integrados dos processos de projeto e produção na construção civil.** Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CODINHOTO, R. MINOZZO, D. L.; HOMRICH, M. C.; FORMOSO, C. T. **Análise de restrições**: definição e indicador de desempenho. In: III SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos, 2003.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LIMA, H. M. R.; BARTH, K. B. **Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil**: manual de utilização. Curso de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Não publicado.

FERNANDEZ-SOLIS, J. L.; PORWAL, V.; LAVY, S.; SHAFAAT, A.; RYBKOWSKI, Z. K.; SON, K.; LAGOO, N. Survey of motivations, benefits, and implementation challenges of Last Planner System users. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 4, p. 354-360, April 2013.

FIGUEIREDO, J. M. S. S. C. **Optimização da Gestão da Construção – *Last Planner System* aplicado a um caso de estudo.** Dissertação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

FINKE, M. R. A better way to estimate and mitigate disruption. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 6, p. 490-497, November/December 1998.

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

GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L. F., MUNDACA, F. Investigating the relationship between planning reliability and project performance: a case study. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 15., 2007, Michigan. **Proceedings...** Michigan: 2007. Disponível em: <http://retrofit2012.org/iglc2/?page_id=46> Acesso em 26 abr. 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

HAMZEH, F. R. The lean journey: implementing the last planner system® in construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 19., 2011, Lima. **Proceedings…** Lima: IGLC, 2011. Disponível em: <http://iglc.net/?page_id=232>. Acesso em: 10 mar. 2013.

KEROSUO, H.; MÄKI, T.; CODINHOTO, R.; KOSKELA, L.; MIETTINEN, R. In time at last-adaption of last planner tools for the design phase of a building project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20., 2012, San Diego. **Proceedings…** San Diego: IGLC, 2012. Disponível em: <http://iglc.net/?page_id=277>. Acesso em: 10 mar. 2013.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report. VTT Building Technology. Finland, 1992.

LANTELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil.** Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.

MACHADO, Ricardo Luiz. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas de construção civil**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

MENDES JR., Ricardo. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

MINTZBERG, Henry. **The rise and fall of strategic planning: reconceiving roles for planning, plans, planners.** New York: Free Press, 1994.

MORALES, A. C.; BRUNORO, B. **Análise de restrições nas etapas de vedação e acabamento da obra de um edifício da Grande Vitória/ES:** estudo de caso. Projeto de graduação. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

MOURA, Camile Borges. **Avaliação do impacto do sistema Last Planner® no desempenho de empreendimentos da construção civil.** Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MOURA, Camile Borges; FORMOSO, Carlos Torres. Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do Sistema Last Planner e fatores que afetam a sua eficácia. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 57-74, jul./set. 2009.

NARCIZO, R. B.; SILVA, C. E. L. da; CARDOSO, R. **A utilização de questionários em surveys na engenharia de produção**: algumas considerações. In: XVII SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, 2010.

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

SANTOS, Débora Gois. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras.** Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SANTOS, D. G.; LIMA, D. M. F.; SANT'ANNA, E. U.; SANTANA, M. B. de; ALVES, C. M. **Comprometimento da equipe de obra na integração entre o planejamento de médio e curto prazo.** In: VI SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. João Pessoa, 2009.

SANTOS, Roberto Barbosa. **Avaliação da aplicação da teoria das restrições no processo de planejamento e controle da produção de obras de edificação.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

SCHERMERHORN, John R. Jr**. Administração**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 1999. 395 p.

SILVA, A. T. S. P. S. **Maturidade do processo de planejamento e controle da produção baseada nos princípios da construção enxuta. Caso de uma empresa construtora capixaba.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** 2. ed. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2001.

SOBREIRO, Vinicius Amorim. **Proposta de uma heurística construtiva baseada na teoria das restrições para definição de mix de produção.** Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo, 2012.

SUKSTER, Roberto. **A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Dissertação. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

TERENCE, Ana Cláudia Fernandes. **Planejamento estratégico como ferramenta de competitividade na pequena empresa**: desenvolvimento e avaliação de um roteiro prático para o processo de elaboração do planejamento. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2002.

TISAKA, Maçahico. Metodologia de cálculo da taxa do bdi e custos diretos para a elaboração do orçamento na construção civil. Instituto de Engenharia. São Paulo: Instituto de engenharia, 2009. Disponível em: <http://www.ie.org.br/site/noticias/exibe/id_sessao/7/id_noticia/1311/>. Acesso em: 12 set. 2013.

TOMMELEIN, Iris D. Pull-driven scheduling for pipe-spool installation: simulation of a Lean Construction technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 4, p. 279-288, Jul/Aug, 1998

VIANA, Daniela Dietz. **Compreensão do sistema *Last Planner* de controle da produção segundo a Perspectiva da Linguagem-Ação.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

VIANA, D. D.; MOTA, B.; FORMOSO, C. T.; ECHEVESTE, M.; PEIXOTO, M.; RODRIGUES, C. L. A survey on the last planner system: impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18., 2010, Haifa. **Proceedings…** Haifa: IGLC, 2010. Disponível em: <http://iglc.net/?page_id=225>. Acesso em: 10 mar. 2013.

VILLAS-BÔAS, Barbara Talamini. **Modelagem de um programa computacional para o sistema last planner de planejamento.** Dissertação. Curso de pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, 2004.

WAMBEKE, B. W.; LIU, M.; HSUANG, S. M. Using Last Planner and a risk assessment matrix to reduce variation in mechanical related construction tasks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 4, p. 491-498, April 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

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

# 7 APÊNDICE

## 7.1 APÊNDICE A – ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - JOICE PAIVA TOSTA**

Este roteiro foi desenvolvido baseado na NBR 12721 - Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento, 2ª edição de 28/08/2006, válida a partir de 01/02/2007, versão corrigida 2 em 09/04/2007. O anexo B da referida norma discrimina os itens orçamentários que constam nesse questionário. Para escolha e separação dos grupos de restrições listados, baseou-se no trabalho de Costa *et al.* (2005)

**OBJETIVO: Coletar restrições nos diferentes processos construtivos de edifícios**

| GRUPOS DE RESTRIÇÕES / DESCRIÇÃO DE ETAPAS E PROCESSOS CONFORME NBR 12.721 | | MÃO DE OBRA | | | | | | | MATERIAIS | | | | | MÁQ. E EQUIP. | | | | PROJETOS | | | | | PROCESSO | | | | | CLIENTE | | | OUTRAS RESTRIÇÕES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Falta de MO própria | Falta de MO terceirizada | Absenteísmo | Produtividade | Deslocamento de equipes | Falta de MO qualificada | Outros | Falta de material | Atraso na entrega | Solicitação | Fornecedor | Outros | Programação | Fornecedor | Defeito | Más especificações | Outros | Falta | Fornecedor | Incompatibilidade | Modificações | Outros | Atraso tarefa antecessora | Execução mal feita | Complexidade do processo | Retrabalhos | Outros | Modificações | Indefinições | Outros | Restrição 1 | Restrição 2 | | Restrição n |
| 1 | SERVIÇOS INICIAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | SERVIÇOS TÉCNICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | SERVIÇOS PRELIMINARES E INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | LIMPEZA DE OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | TRANSPORTE DE MATERIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | TRABALHOS EM TERRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | INFRA ESTRUTURA E OBRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | ESCORAMENTOS DE VIZINHOS E DO TERRENO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | REBAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA E DRENAGENS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 | PREPARO DAS FUNDAÇÕES: CORTES EM ROCHA, LASTROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | FUNDAÇÕES PROFUNDAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 | PROVAS DE CARGA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 7.1 APÊNDICE A – ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO (continuação)

**ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO PARA CONDUÇÃO DAS ENTREVISTAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - JOICE PAIVA TOSTA**

Este roteiro foi desenvolvido baseado na NBR 12721 - Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento, 2ª edição de 28/08/2006, válida a partir de 01/02/2007, versão corrigida 2 em 09/04/2007. O anexo B da referida norma discrimina os itens orçamentários que constam nesse questionário. Para escolha e separação dos grupos de restrições listados, baseou-se no trabalho de Costa *et al.* (2005)

**OBJETIVO: Coletar restrições nos diferentes processos construtivos de edifícios**

| GRUPOS DE RESTRIÇÕES / DESCRIÇÃO DE ETAPAS E PROCESSOS CONFORME NBR 12.721 | MÃO DE OBRA | | | | | | | MATERIAIS | | | | | | MÁQ. E EQUIP. | | | | | PROJETOS | | | | | PROCESSO | | | | | CLIENTE | | | OUTRAS RESTRIÇÕES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Falta de MO primária | Falta de MO terceirizada | Absenteísmo | Produtividade | Deslocamento de equipes | Falta de MO qualificada | Outros | Falta de material | Atraso na entrega | Solicitação | Fornecedor | Outros | Programação | Fornecedor | Defeito | Má especificação | Outros | Falta | Fornecedor | Incompatibilidade | Modificações | Outros | Atraso tarefa antecessora | Execução malfeita | Complexidade do processo | Retrabalhos | Outros | Modificações | Indefinições | Outros | Restrição 1 | Restrição 2 | | Restrição n |
| 3 SUPRA ESTRUTURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 FORMAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 ARMAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 CONCRETAGEM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.4 ESTRUTURA METALICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 PAREDES E PAINÉIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 ALVENARIAS E DIVISÓRIAS - BLOCOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 ALVENARIAS E DIVISÓRIAS - DRYWALL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.4 ESQUADRIAS DE MADEIRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 VIDROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 COBERTURAS E PROTEÇÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 COBERTURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2 IMPERMEABILIZAÇÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 REVESTIMENTOS, FORROS, | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 REVESTIMENTO INTERNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.2 REVESTIMENTO EXTERNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 FORROS E ELEMENTOS DECORATIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.4 GRADIS E PORTOES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 PINTURA INTERNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.6 PINTURA EXTERNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 7.1 APÊNDICE A – ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO (continuação)

**ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO PARA CONDUÇÃO DAS ENTREVISTAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - JOICE PAIVA TOSTA**

Este roteiro foi desenvolvido baseado na NBR 12721 - Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento, 2ª edição de 28/08/2006, válida a partir de 01/02/2007, versão corrigida 2 em 09/04/2007. O anexo B da referida norma discrimina os itens orçamentários que constam nesse questionário. Para escolha e separação dos grupos de restrições listados, baseou-se no trabalho de Costa *et al.* (2005)

**OBJETIVO: Coletar restrições nos diferentes processos construtivos de edifícios**

| GRUPOS DE RESTRIÇÕES / DESCRIÇÃO DE ETAPAS E PROCESSOS CONFORME NBR 12.721 | MÃO DE OBRA | | | | | | | MATERIAIS | | | | | | MÁQ. E EQUIP. | | | | PROJETOS | | | | | PROCESSO | | | | | CLIENTE | | | OUTRAS RESTRIÇÕES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Falta de MO própria | Falta de MO terceirizada | Absenteísmo | Produtividade | Deslocamento de equipes | Falta de MO qualificada | Outros | Falta de material | Atraso na entrega | Solicitação | Fornecedor | Outros | Programação | Fornecedor | Defeito | Má especificação | Outros | Falta | Fornecedor | Incompatibilidade | Modificações | Outros | Atraso tarefa antecessora | Execução mal feita | Complexidade do processo | Retrabalhos | Outros | Modificações | Indefinições | Outros | Restrição 1 | Restrição 2 | Restrição n |
| 7 PAVIMENTAÇÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 PAVIMENTAÇÕES INTERNAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 PAVIMENTAÇÕES EXTERNAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.3 RODAPES, SOLEIRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 INSTALAÇÕES E APARELHOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 PEDRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.2 LOUÇAS E METAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.3 INSTALAÇÕES ELETRICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.4 INSTALAÇÕES HIDRÁULICA, SANITÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.5 INSTALAÇÕES DE GAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.6 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.7 AR CONDICIONADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.8 INSTALAÇOES MECANICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.9 PRESSURIZAÇÃO ESCADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 COMPLEMENTAÇÃO DE OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 LIMPEZA FINAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.2 COMPLEMENTAÇAO ARTISTICA E PAISAGISMO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.3 LIGAÇÕES E CERTIDÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.4 RECEBIMENTO DE OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**PERGUNTAS:**

**1. Em relação ao processo "x", qual a restrição, ou quais as restrições, para execução desse processo?**

**2. Em sua percepção, qual a etapa e processo construtivo com maior ocorrência de atrasos nas obras?** (Pergunta feita ao final da entrevista)

**3. De maneira abrangente, quais são as principais restrições que impactam no não cumprimento dos prazos das obras?** (Pergunta feita ao final da entrevista)

## 7.2 APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DOS ENGENHEIROS

### Caracterização dos entrevistados

Idade:
Sexo:
Tempo de formação:
Tempo de trabalho como construtor (a):
Número de empresas que já trabalhou:
Tempo de atuação na empresa atual:
Quais funções já desempenhou e por quanto tempo:
Atual função:
Tempo de atuação na atual função: