



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Departamento de Engenharia de Construção Civil  
PECE - Programa de Educação Continuada da EPUSP  
MBA-TGP Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios

**Thomas Martin Diepenbruck**

*“Gerenciamento de risco para  
obtenção da produtividade planejada”*

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios.

Orientador:

**Prof Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza**

São Paulo, 2007

## FICHA CATALOGRÁFICA

Diepenbruck, Thomas Martin

Gerenciamento de risco para obtenção da produtividade planejada / T.M. Diepenbruck – São Paulo, 2007.  
80 p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Produtividade 2. Gerenciamento de risco 3. Alvenaria  
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.

## **I. Dedicatória**

---

Dedico estas páginas a todos aqueles que acreditam que a engenharia civil no Brasil ainda é algo fascinante e viável e que contribuem, com seu trabalho, para o contínuo desenvolvimento da mesma.

## II. Agradecimentos

---

A Deus, por ser a origem e a fonte inesgotável de inteligência e sabedoria.

A meus pais Gerd e Yvette, pela educação e amor dados a mim com tanto carinho, o que foi a essência da minha formação.

A minha esposa Angélica, pelo seu amor inesgotável e pela paciência durante estes meses de pesquisa e estudo.

A meu irmão André, companheiro e inspiração para estudar engenharia.

Ao Joe, pela companhia silenciosa durante tantas horas nas quais este trabalho foi escrito.

Ao meu professor orientador Ubiraci, para o qual minha admiração não se restringe ao conhecimento dos assuntos aqui abordados, transcende ao modelo de pessoa que ele é.

À HOCHTIEF do Brasil, pelo apoio dado, o que tornou possível minha participação neste curso. Espero que os frutos deste trabalho sejam úteis para o futuro da empresa.

A todos que dispuseram do seu tempo para responder às entrevistas e aos questionários.

Ao Carlos, pela ajuda nos levantamentos diários da produtividade no campo.

Aos meus colegas da pós-graduação, que foram durante estes dois anos de curso um apoio sempre presente, alguns deles espero amigos para a vida.

A todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e que, por algum descuido meu, não tenham sido citados aqui.

Muito obrigado!

### III. Resumo

---

Uma vez que o mercado da construção civil está se tornando cada vez mais competitivo, o conhecimento e a melhoria da produtividade podem definir quais empresas sobreviverão no futuro.

Como são inúmeros os fatores que influenciam a produtividade dos serviços em uma obra, faz-se necessário identificar aqueles que mais a afetam e tomar ações visando minimizar a influência dos fatores prejudiciais, bem como maximizar o efeito dos benéficos.

Este trabalho mostra como o gerenciamento de riscos pode ser utilizado para que a produtividade planejada possa ser alcançada. Nele é apresentada uma pesquisa de campo onde se levantaram dados sobre produtividade de alvenaria e se entrevistou um grupo de especialistas no assunto para enumeração e classificação de seus principais fatores influenciadores (ou riscos à não obtenção da produtividade planejada) e para proposição de ações de resposta. Estas informações foram apresentadas a outro grupo, de gerentes e diretores de uma construtora, para decisão sobre quais seriam as melhores ações de resposta propostas, através de uma votação em dois turnos feita através do método Delphi.

Espera-se, com isso, demonstrar como os gestores da produção podem, sem despende muito tempo ou recursos, ter uma eficiente e poderosa ferramenta de análise da produtividade e de suporte para decisões gerenciais.

## **IV. Abstract**

---

Once construction market is becoming more and more competitive, knowing and improving site productivity may define which companies will survive in the future.

Because there are several factors that affect site productivity, it is essential to identify which ones affect it the most to take actions to minimize the influence of the bad factors, as well as to maximize the effect of the good factors.

This paper explains how risk management can be used to achieve the planned productivity. It is shown a field research that collected data of masonry work productivity and interviewed a group of specialists to list and classify its main factors (or risks to obtain the planned productivity) and to propose control measures. This information was presented to another group, of managers and directors of a construction company, for voting via Delphi method which of the control measures were the best.

It is intended to show how site managers can have, without spending much time or resources, an efficient and powerful tool for analysis of site productivity and for supporting their managing decisions.

## V. Lista de Figuras

---

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 1.1  | Fluxograma das atividades desenvolvidas na pesquisa   | 2  |
| Figura 2.1  | Grau de exposição ao risco, CIRIA (2002)  | 10 |
| Figura 2.2  | Influência sobre o custo ao longo do ciclo de uma obra, HAMMARLUND, JOSEPHSON (1992)  | 11 |
| Figura 2.3  | As etapas do gerenciamento de risco, CIRIA (2002)   | 13 |
| Figura 2.4  | Proporção relativa das contingências em relação ao orçamento total ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do projeto, MAK & PICKEN (2000) | 18 |
| Figura 2.5  | Distribuição probabilística do custo, estimada ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do projeto, THOMPSON (1992)                         | 19 |
| Figura 2.6  | Formas tradicionais de alocação de risco, adaptado de THOMPSON (1992)   | 22 |
| Figura 2.7  | Definição de produtividade em um processo, SOUZA (2006)   | 25 |
| Figura 2.8  | Razão Unitária de Produção (RUP) para mão-de-obra, SOUZA (2006)   | 27 |
| Figura 2.9  | “Modelo dos Fatores” para produtividade na construção, THOMAS & YIAKOUMIS (1987)  | 30 |
| Figura 2.10 | Distribuição do tempo observado no trabalho da mão-de-obra, SILVA (1986)  | 36 |
| Figura 2.11 | Divisão de um dia típico de trabalho na construção civil, HAWKINS (2002)  | 37 |
| Figura 2.12 | Principais fatores influenciadores, segundo “Modelo dos Fatores”, THOMAS & RAYNAR (1997)  | 40 |
| Figura 3.1  | Perspectiva do empreendimento concluído   | 48 |
| Figura 3.2  | Exemplo de classificação de risco para cálculo do nível de risco (ranking)  | 53 |
| Figura 3.3  | Exemplo de matriz de classificação de riscos  | 54 |
| Figura 3.4  | “Layout” do andar tipo do edifício 2G   | 58 |
| Figura 3.5  | Produtividades globais diárias, cumulativa e potencial  | 61 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 3.6  | Simulação das produtividades global diária, cumulativa e potencial, eliminando-se a primeira semana (atípica) e os 5 dias de pior produtividade | 63 |
| Figura 3.7  | Exemplo de boletim de medição de materiais e serviços   | 66 |
| Figura 3.8  | RUP global de alvenaria do subempreiteiro 1   | 68 |
| Figura 3.9  | RUP global de alvenaria do subempreiteiro 2   | 68 |
| Figura 3.10 | RUP global de alvenaria do subempreiteiro 3   | 69 |
| Figura 3.11 | Visão parcial do questionário Delphi utilizado no primeiro turno da pesquisa com os “tomadores de decisão”                                      | 71 |
| Figura 3.12 | Visão parcial do resultado do primeiro turno da pesquisa com os “tomadores de decisão”  | 71 |



## VI. Lista de Tabelas

---

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabela 2.1 | Classificação de riscos, CIRIA (2002)   | 7  |
| Tabela 2.2 | Escala logarítmica para avaliação da frequência, CIRIA (2002)   | 8  |
| Tabela 2.3 | Escala logarítmica para avaliação da gravidade das conseqüências, CIRIA (2002)  | 8  |
| Tabela 2.4 | Matriz de nível de riscos, CIRIA (2002)   | 9  |
| Tabela 2.5 | Provisão interna para cobertura do risco, TCPO (2003)   | 17 |
| Tabela 2.6 | Fatores influenciadores da produtividade de alvenaria segundo características das obras, SANDERS & THOMAS (1991)                | 44 |
| Tabela 3.1 | Principais riscos para produtividade da alvenaria   | 52 |
| Tabela 3.2 | Resumo do comparativo entre respostas dos engenheiros, mestres e técnicos e grau de discordância e concordância entre as mesmas | 55 |
| Tabela 3.3 | Ranking geral do nível de risco   | 56 |
| Tabela 3.4 | Planilha de acompanhamento de execução da parede 1 do 1º andar  | 58 |
| Tabela 3.5 | Exemplo do diário de acompanhamento das horas trabalhadas e de eventos extraordinários  | 60 |
| Tabela 3.6 | Vinte dias de pior produtividade diária e ocorrências observadas  | 62 |
| Tabela 3.7 | Comparativo entre os riscos levantados pelos especialistas e as anormalidades observadas no campo                               | 64 |
| Tabela 3.8 | RUP cumulativa e potencial dos 3 subempreiteiros  | 67 |
| Tabela 3.9 | As 10 ações mais votadas no primeiro turno da pesquisa Delphi   | 72 |

## VII. Lista de Anexos

---

A1 - Entrevista com especialistas

A2 - Matriz de classificação de riscos

A3 - Ranking do nível de risco e comparativo entre grupos

B1 - Acompanhamento diário de produção de alvenaria na torre 2G (1º andar)

B2 - Acompanhamento diário de recursos para produção de alvenaria na torre 2G

B3 - RUP global diária, cumulativa e potencial

C1 - Formulário utilizado no primeiro turno da pesquisa Delphi com os “tomadores de decisão”

C2 - Resultado do primeiro turno da pesquisa Delphi com os “tomadores de decisão”

C3 - Resultado do segundo turno da pesquisa Delphi com os “tomadores de decisão”

## Sumário

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| I.        | Dedicatória  | i         |
| II.       | Agradecimentos                                       | ii        |
| III.      | Resumo   | iii       |
| IV.       | Abstract   | iv        |
| V.        | Lista de Figuras                                     | v         |
| VI.       | Lista de Tabelas                                     | vii       |
| VII.      | Lista de Anexos                                      | viii      |
| <b>1.</b> | <b>Introdução</b>                                    | <b>1</b>  |
| 1.1.      | Justificativa  | 1         |
| 1.2.      | Objetivos  | 1         |
| 1.3.      | Metodologia adotada                                  | 2         |
| 1.4.      | Estrutura do trabalho                                | 3         |
| <b>2.</b> | <b>Fundamentação teórica</b>                         | <b>4</b>  |
| 2.1.      | Gerenciamento de risco                               | 4         |
| 2.1.1.    | Importância  | 4         |
| 2.1.2.    | Riscos - classificações e parâmetros                 | 6         |
| 2.1.3.    | O processo de gerenciamento de riscos                | 9         |
| 2.1.4.    | O orçamento de riscos                                | 14        |
| 2.1.5.    | Transferência de riscos na contratação               | 20        |
| 2.2.      | Produtividade  | 25        |
| 2.2.1.    | Conceituação da produtividade                        | 25        |
| 2.2.2.    | Avaliação da produtividade e fatores influenciadores | 32        |
| 2.2.3.    | Tempo produtivo e tempo não produtivo                | 36        |
| 2.2.4.    | Produtividade do serviço de alvenaria                | 41        |
| <b>3.</b> | <b>Pesquisa de campo e entrevistas</b>               | <b>48</b> |
| 3.1.      | Entrevista com especialistas (executores)            | 51        |
| 3.2.      | Acompanhamento diário da obra                        | 57        |
| 3.3.      | Produtividade histórica da obra                      | 65        |
| 3.4.      | Pesquisa com os "tomadores de decisão"               | 69        |
| <b>4.</b> | <b>Considerações finais e conclusões</b>             | <b>75</b> |
| <b>5.</b> | <b>Anexos</b>  | <b>78</b> |
| <b>6.</b> | <b>Referências bibliográficas</b>                    | <b>79</b> |

# 1. Introdução

---

## 1.1 Justificativa

Todo empreendimento possui riscos. O seu sucesso ou fracasso depende diretamente de como se lida com eles. Historicamente a indústria da construção civil possui má reputação em enfrentar seus riscos, dado o grande número de projetos que não conseguem cumprir seus prazos ou ficar dentro dos custos orçados ou ainda que terminaram em longas disputas na justiça. Clientes, construtores e o público em geral têm sofrido as amargas conseqüências de falhas no gerenciamento dos projetos, muitas vezes ocorridas por desconhecimento das causas que levaram a tais fracassos. Conhecer os principais riscos envolvidos em uma obra, ou particularmente em cada um de seus serviços, dá às organizações a oportunidade de agir a tempo para evitar que os mesmos ocorram ou para que as suas conseqüências sejam amenizadas, garantindo, desta maneira, que os objetivos do empreendimento sejam alcançados. Sendo um destes objetivos a obtenção da produtividade planejada, e sabendo-se que a mesma tem apresentado variações superiores a 30% em diversos casos, propõe-se, neste trabalho, o uso do gerenciamento de risco para que a mesma seja atingida.

## 1.2 Objetivos

A objetivo deste trabalho é mostrar, de forma prática, como o gerenciamento de riscos pode ser utilizado para que a produtividade planejada de um determinado serviço seja alcançada.

Este trabalho possui ainda alguns objetivos específicos:

- Detectar os principais fatores (ou riscos) que afetam o serviço de alvenaria.
- Propor uma forma de apresentar estes riscos, sua importância relativa e soluções possíveis ao corpo gerencial e diretivo de uma empresa.
- Aplicar o método Delphi para a escolha de ações que eliminem ou minimizem a probabilidade de ocorrência ou as conseqüências destes riscos.
- Levantar valores globais de produtividade do serviço de alvenaria em edifícios de múltiplos pavimentos.
- Explicar o orçamento com análise de riscos na construção civil e as principais formas utilizadas para alocá-los nas contratações.

### 1.3 Metodologia adotada

A Figura 1.1 mostra a estrutura desenvolvida para elaboração deste trabalho:

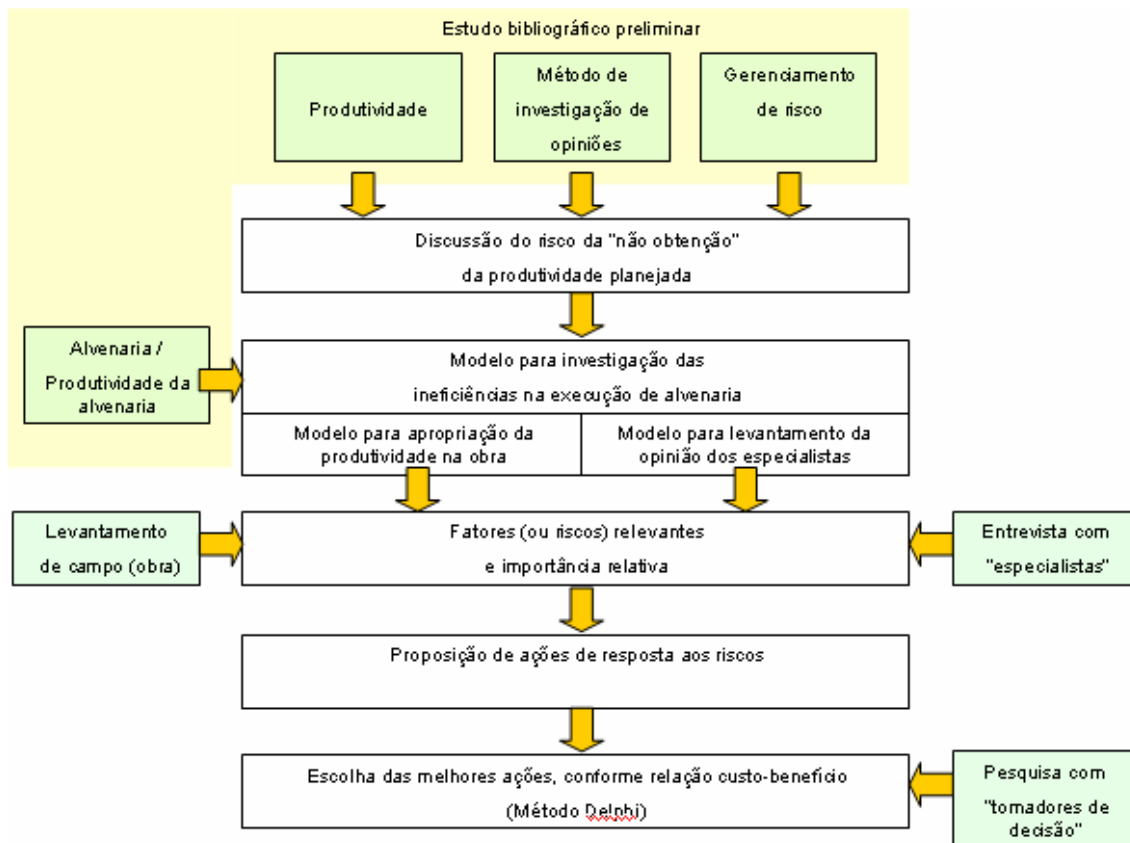


Figura 1.1 - Fluxograma das atividades desenvolvidas na pesquisa

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre três temas: produtividade, método de investigação de opiniões e gerenciamento de riscos. Ela trouxe os conhecimentos necessários para fazer o levantamento da produtividade do serviço de alvenaria e dos fatores influenciadores (ou riscos) desta. Auxiliou ainda na escolha de entrevistas como ferramenta para a investigação da opinião dos “especialistas em alvenaria” e do método Delphi para posterior seleção, pelos “tomadores de decisão”, das melhores ações propostas, em resposta aos riscos.

A partir deste estudo foi discutido o risco de não se obter a produtividade planejada, propondo-se um modelo para investigar as causas das ineficiências na execução da alvenaria. Este, por sua vez, era composto de dois modelos: um para apropriação da produtividade na obra e outro para levantamento da opinião dos especialistas em alvenaria.

A seguir, a apropriação da produtividade e as entrevistas com os especialistas permitiram identificar os fatores (ou riscos) relevantes e suas importâncias relativas, sendo propostas por estas ações de resposta aos principais riscos.

Por fim, a aplicação do método Delphi com os “tomadores de decisão” selecionou as melhores ações propostas, conforme relação custo-benefício.

## **1.4 Estrutura do trabalho**

Este trabalho possui quatro capítulos, sendo o primeiro deles uma introdução, na qual são apresentadas as justificativas e os objetivos para elaboração do mesmo, assim como a metodologia adotada e uma breve explanação do conteúdo de cada capítulo.

O segundo capítulo aborda a fundamentação teórica dos dois assuntos principais que compõem o tema: gerenciamento de risco e produtividade.

No terceiro capítulo são apresentadas as entrevistas com os “especialistas em alvenaria”, o levantamento da produtividade da alvenaria feito em campo e a pesquisa com os “tomadores de decisão”.

No quarto capítulo encontram-se as considerações finais e as conclusões.

O trabalho é completado pelos anexos A (formulários utilizados nas entrevistas com os especialistas), B (acompanhamento de campo da produtividade de alvenaria) e C (questionários Delphi utilizados na pesquisa com os “tomadores de decisão”) e pelas referências bibliográficas.

## 2. Fundamentação teórica

---

“Nenhuma construção é livre de riscos. Eles podem ser controlados, mitigados, compartilhados, repassados ou aceitos. Ignorados, nunca.” Sir Michael Latham, 1994

### 2.1 Gerenciamento de risco

Acredita-se que a palavra risco surgiu no idioma inglês no século XVII de uma expressão dos marinheiros espanhóis que significava “estar em perigo ou navegar de encontro às pedras”, segundo JANNADI & ALMISHARI (2003). O dinheiro gasto para financiar o transporte marítimo de cargas naquela época pode ser citado como um dos primeiros casos de risco nos negócios. Com o crescimento mundial de todos os tipos de negócio surgiu a necessidade de conhecer e controlar os riscos, ou seja, fazer um “gerenciamento” dos riscos. Para um melhor entendimento desta expressão, serão apresentadas as definições das palavras que a compõe: “Gerenciamento” é definido por HOUAISS (2003) como “administração, coordenação, direção, gestão ou governo”; “Risco” é definido por NADOLNY (2005) como “situação ou condição que tem o potencial de causar algum prejuízo físico a alguém, dano à propriedade ou ao meio ambiente, prejuízo econômico ou atraso para conclusão de um projeto”. Desta forma, pode-se entender a expressão “Gerenciamento de Risco” como o ato de administrar ou fazer a gestão das situações ou condições com potencial de causar prejuízo, para que as mesmas não aconteçam ou para que o seu prejuízo seja o menor possível.

No texto a seguir será destacada a importância de conhecer os riscos que nos cercam, serão apresentadas algumas formas de classificá-los e os parâmetros que os compõem, será explicado o processo de gerenciar ou manter os riscos sob controle e, por fim, será mostrada a forma destes serem orçados e repassados nas contratações.

#### 2.1.1 Importância

Todo mundo convive com riscos diariamente e aprende a lidar com eles de forma instintiva, através de sua própria experiência e julgamento. Geralmente eles estão ligados a oportunidades, ou seja, quanto maior o risco, maior a oportunidade de retorno. Citando como exemplo o mercado financeiro, onde se pode ganhar ou perder muito dinheiro, o grau de risco da aplicação e da instituição bancária escolhidas influenciarão diretamente a amplitude deste ganho ou perda.

Risco é algo inerente a qualquer projeto ou obra, independentemente do seu tamanho, pois ele está presente mesmo em obras pequenas como manutenções ou reformas.

Eles podem ser ignorados, porém isso não fará com que sejam eliminados. O êxito ou fracasso de um empreendimento depende da forma de lidar com os mesmos. Por isso, para não ser surpreendida, toda equipe de obra deve conhecer e controlar os principais riscos de seu projeto, ainda que de forma simplificada, para garantir que o mesmo evolua conforme o planejamento, dentro do prazo e custos orçados.

THOMPSON (1992) identificou, em um estudo feito pelo Banco Mundial entre 1974 e 1988, que 63% de 1778 projetos tinham estourado os custos originalmente previstos e 88% de 1627 projetos tinham estourado o prazo, o que foi considerado pelo autor como o grande responsável por custos extras e diminuição do resultado dos projetos. Estas metas muitas vezes não puderam ser atingidas devido a imprevistos que poderiam ter sido vislumbrados por profissionais experientes e deveriam ter tido sua probabilidade de ocorrência ou impactos quantificados antecipadamente.

JANNADI & ALMISHARI (2003) explicam não haver necessidade de uma precisão extrema nestas previsões, pois muitas vezes é impossível obtê-la devido à falta de informação ou devido à enorme quantidade de tempo e recursos necessários para tal, geralmente não disponíveis. Todavia, ressaltam a importância de sempre serem conhecidos e avaliados os riscos pela sua ordem de grandeza, mesmo que sem grande precisão. THOMPSON (1992) enumera alguns dos benefícios da utilização de uma ferramenta sistemática para isto:

- Permite que a tomada de decisões seja mais criteriosa e menos subjetiva.
- Destaca a importância relativa de cada risco.
- Melhora o entendimento do projeto através da identificação de seus riscos em diversos cenários e da formulação de possíveis ações em resposta aos mesmos.
- Demonstra a responsabilidade da empresa construtora ou gerenciadora com o cliente.
- Faz com que a direção da empresa vislumbre que há uma gama de possíveis resultados para um mesmo projeto.
- Aperfeiçoa a comunicação e a experiência profissional dentro da empresa.

Além disso, ela traz economia (ou pelo menos diminui as perdas), melhora as chances de ganhar uma concorrência (uma vez que diminui as “gorduras” ou incertezas do orçamento), auxilia os envolvidos a estabelecer uma escala de prioridades e a focar



nos itens mais importantes, previne a ocorrência de acidentes, reduz ou elimina a probabilidade de sofrer um processo na justiça, entre outros.

Apesar de esta ferramenta atualmente ser utilizada mais em indústrias, também é aplicável em pequenas empresas ou projetos. Nestes, mesmo que o tempo gasto com esta atividade seja mínimo, certamente será muito melhor do que não fazer nada. CIRIA (2002) aconselha as empresas a começarem com um mínimo até se tornarem familiarizadas com o processo, para posteriormente investir conscientemente mais tempo e recursos, aperfeiçoando o seu processo continuamente. Enfim, todo o tempo e esforços despendidos estudando riscos com certeza são recompensados!

### **2.1.2 Riscos - classificações e parâmetros**

Os riscos podem ser classificados de diversas formas: por sua origem ou causa (tamanho, complexidade ou localização do empreendimento, mudanças na política econômica, disponibilidade de recursos, ritmo de construção, familiaridade da empresa com o tipo de obra), pelo seu tipo (comercial, de segurança, ambiental ou de execução), pela etapa do processo ou fase de obra em que podem ocorrer (movimento de terra, fundações, estrutura, vedações, instalações, acabamentos), pelos agentes responsáveis por controlá-los (cliente, gerenciadora, construtora, subempreiteiro), pelas suas conseqüências (catastrófico, crítico, sério, marginal, irrisório), entre outros.

CIRIA (2002) propõe classificá-los pelas suas causas, independente de estas serem internas ou externas à obra, conforme Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Classificação de riscos, CIRIA (2002)

| Causa                   | Exemplos   |
|-------------------------|--|
| Política                | Políticas do governo, opinião pública, legislação, desordem    |
| Ambiental               | Solo contaminado, pragas, autorizações                         |
| Planejamento            | Exigências para obter autorizações, uso do solo                |
| Mercado                 | Demanda por serviços, concorrência (nacional e internacional)  |
| Econômica ou financeira | Impostos, juros, inflação, câmbio, liquidez, margem, seguros   |
| Natureza                | Condição do subsolo, clima, explosões, descoberta arqueológica |
| Projeto                 | Objetivos do cliente, acessos, cronograma, mão-de-obra         |
| Humana                  | Incompetência, ignorância, erro                                |
| Criminal                | Falha na segurança, vandalismo, furto, corrupção               |
| Segurança do trabalho   | Exigências legais, ergonomia, substâncias tóxicas              |

NADOLNY (2005), por sua vez, divide os riscos em locais, globais e extremos, que são os efeitos destes no projeto, inversamente proporcionais à capacidade de controlá-los. O autor define locais como aqueles que podem ser controlados ou que afetam apenas uma das partes envolvidas no projeto, globais como aqueles que afetam todos os envolvidos no projeto e extremos como aqueles cujo controle é externo ou não depende de nenhuma das partes envolvidas no projeto.

Há, portanto, diversas formas de classificar os riscos. Porém, em todas elas, os riscos podem ser decompostos em dois parâmetros básicos: a probabilidade de ocorrência de um determinado evento sinistro (que cause dano a alguém ou a algum projeto ou negócio) e a gravidade de suas conseqüências. A probabilidade geralmente é medida em percentual, pelo quociente do número de ocorrências previstas por um período de tempo determinado (por exemplo: por ano) ou em um lote (por exemplo: por tonelada de material). Já a gravidade da conseqüência usualmente é medida em valores (por exemplo: custo em R\$), em prazo (por exemplo: dias de atraso) ou em dias de afastamento (por exemplo: para acidentes).

Para facilitar e padronizar a avaliação da freqüência e da gravidade, alguns autores propõem a utilização de tabelas, das quais destacam-se as propostas por CIRIA (2002), nas Tabelas 2.2 e 2.3. Nelas, foi utilizada uma escala logarítmica, para ressaltar as diferenças entre os valores de cada classificação.

Tabela 2.2 - Escala logarítmica para avaliação da frequência, CIRIA (2002)

| Classificação | Valor | Probabilidade                | Orientação (adaptada)             |
|---------------|-------|------------------------------|-----------------------------------|
| Frequente     | 100   | 100 ocorrências em 1 período | Ocorre semanalmente               |
| Provável      | 10    | 10 ocorrências em 1 período  | Ocorre mensalmente                |
| Ocasional     | 1     | 1 ocorrência em 1 período    | Ocorre semestralmente             |
| Remota        | 0,1   | 1 ocorrência em 10 períodos  | Ocorre anualmente                 |
| Improvável    | 0,01  | 1 ocorrência em 100 períodos | Não deverá ocorrer durante a obra |

Tabela 2.3 - Escala logarítmica para avaliação da gravidade das conseqüências, CIRIA (2002)

| Classificação | Valor | Custo Estimado (adaptado)        | Orientação / Exemplos  |
|---------------|-------|----------------------------------|--|
| Catastrófico  | 100   | $\geq$ R\$ 100.000,00            | Morte, processo criminal, falência.  |
| Crítico       | 10    | de R\$ 99.999,99 a R\$ 10.000,00 | Acidente ou doença grave com afastamento por longo período, danos substanciais que comprometam o lucro do projeto.                                     |
| Sério         | 1     | de R\$ 9.999,99 a R\$ 1.000,00   | Acidente ou doença com afastamento, danos que paralisem a frente de trabalho, que causem perda de horas produtivas ou requeiram acionamento de seguro. |
| Marginal      | 0,1   | de R\$ 999,99 a R\$ 100,00       | Acidente ou doença que requeira apenas primeiros socorros, danos pequenos que possam aguardar manutenção rotineira para serem corrigidos.              |
| Irrisório     | 0,01  | $<$ R\$ 100,00                   | Conseqüências desprezíveis.  |

Alguns autores, como JANNADI & ALMISHARI (2003), citam outros parâmetros adicionais, entre eles o grau de exposição ao risco ou a relevância do risco de acordo com a etapa da obra. Na pesquisa de campo deste trabalho, que será apresentada no próximo capítulo, foi utilizado um terceiro parâmetro nomeado “solucionabilidade” ou facilidade na implementação da ação em resposta ao risco.

Caso todos os parâmetros possam ser quantificados, geralmente multiplicam-se os mesmos para obtenção de uma escala única comparativa entre todos os riscos de um projeto, a qual é denominada nível de risco. A partir dela é possível comparar riscos

de diferentes causas ou agentes e decidir, a partir dos objetivos do projeto e dos recursos disponíveis, a priorização dos riscos a serem tratados.

Uma forma alternativa a esta escala única, que também auxilia a decidir quais ações em resposta a eles serão priorizadas, é proposta por NADOLNY (2005) e por CIRIA (2002). Os autores sugerem a utilização de uma matriz, mostrada na Tabela 2.4, cujas linhas são as probabilidades de ocorrência e cujas colunas são as gravidades de suas conseqüências. O cruzamento de ambos define quadrantes, nos quais os riscos podem ser considerados desprezíveis, toleráveis, indesejáveis ou inadmissíveis.

Tabela 2.4 - Matriz de nível de riscos, CIRIA (2002)

|            | Catastrófico | Crítico      | Sério        | Marginal    | Irrisório   |
|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Frequente  | Inadmissível | Inadmissível | Inadmissível | Indesejável | Indesejável |
| Provável   | Inadmissível | Inadmissível | Indesejável  | Indesejável | Tolerável   |
| Ocasional  | Inadmissível | Indesejável  | Indesejável  | Tolerável   | Tolerável   |
| Remota     | Indesejável  | Indesejável  | Tolerável    | Tolerável   | Desprezível |
| Improvável | Indesejável  | Tolerável    | Tolerável    | Desprezível | Desprezível |

### 2.1.30 Processo de gerenciamento de riscos

O processo de gerenciamento de riscos é definido por CIRIA (2002) como a “combinação de avaliação de riscos, sua mitigação e revisões periódicas”. Define por sua vez a avaliação de riscos como o sub-processo de identificar e analisar os riscos e comunicá-los às pessoas que tomem parte no processo decisório. Explica mitigação como medidas a serem tomadas para evitar ou reduzir o impacto dos riscos ou para controlar os seus efeitos. E sugere a definição de uma periodicidade para suas revisões.

Devido ao gerenciamento de riscos poder ter alguns aspectos estritamente técnicos, depender fortemente do julgamento de quem o elabora e do tipo de organização que está à frente do processo (se a mesma se expõe, se é neutra ou avessa a riscos), os recursos gastos com essa atividade podem ser bem diferentes em duas obras similares geridas por empresas diferentes, assim como também serão as possibilidades de resultado delas. A Figura 2.1 explica graficamente como prejuízo ou ganho podem aumentar na medida em que aumenta o grau de exposição ao risco.

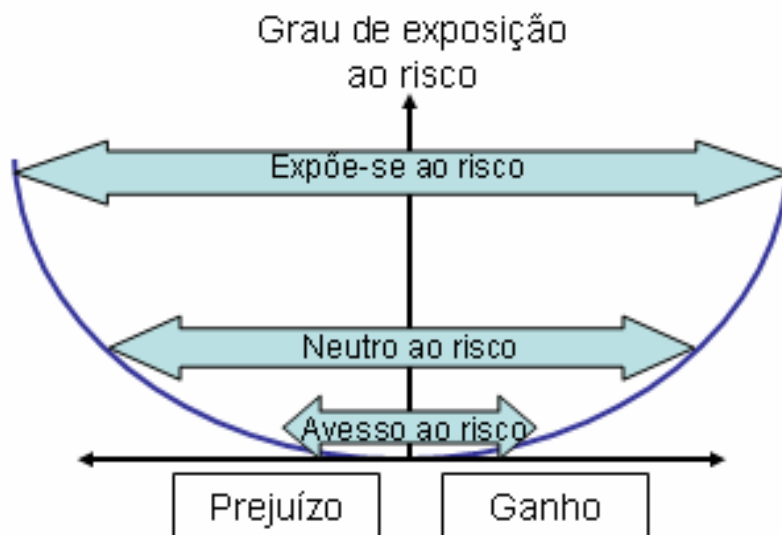


Figura 2.1 - Grau de exposição ao risco, CIRIA (2002)

Conforme CIRIA (2002), risco e oportunidade “caminham juntos”, isto é, ações tomadas para minimizar a ocorrência de um risco (por exemplo: instalação de um elevador para evitar acidentes nas escadas) também criarão oportunidade de melhorias (por exemplo: melhoria da produtividade, pois o trânsito de operários será mais rápido, além de não cansá-los nas escadas). Por esta razão, deve-se sempre tomar o cuidado de não ver as medidas de prevenção de riscos apenas como custos extras; muitas vezes elas também trarão melhorias!

Recomenda-se que o processo de gerenciamento de riscos seja iniciado logo nas primeiras fases de um projeto, antes de começar fisicamente a obra e, preferencialmente, antes de assumir compromissos de prazo e custo com o cliente, pois é nesta fase, em meio às maiores incertezas, que as decisões tomadas causam um maior impacto. Segundo THOMPSON (1992), os maiores benefícios, para os clientes e as demais partes envolvidas em projetos de construção, são obtidos quando a redução das incertezas é feita antes do comprometimento financeiro. Segundo o autor “dinheiro gasto antes vale mais do que dinheiro gasto depois”. O ato de investir antecipadamente em ações para minimizar os riscos mostra o desejo das partes envolvidas de ter um projeto bem sucedido. A Figura 2.2 mostra que a influência sobre o custo decresce na medida em que o projeto evolui.

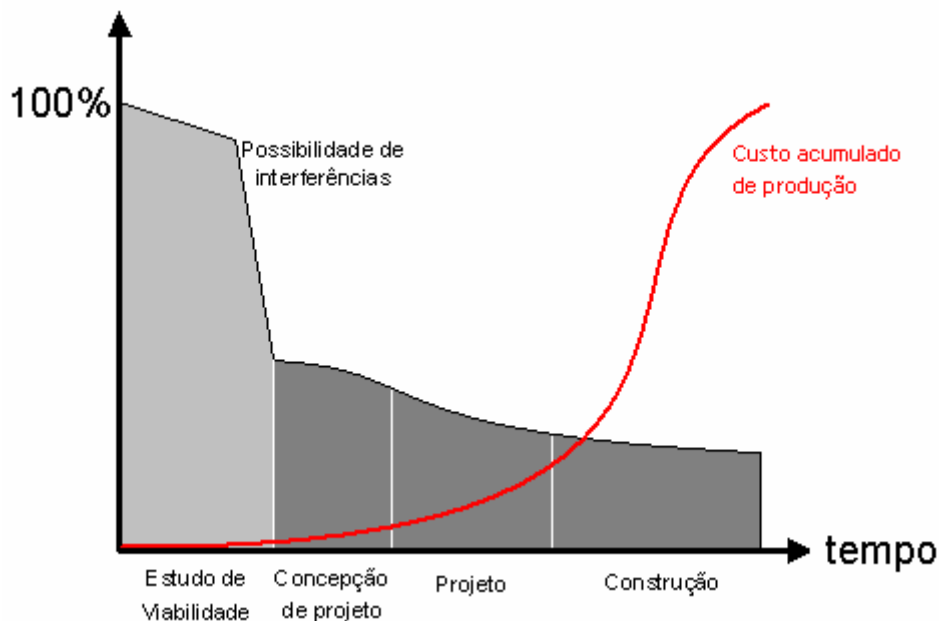


Figura 2.2 - Influência sobre o custo ao longo do ciclo de uma obra, HAMMARLUND, JOSEPHSON (1992)

CIRIA (2002) propõe a divisão do processo de gerenciamento de riscos em 5 etapas (ilustradas na Figura 2.3), conforme descrições a seguir:

- Estabelecimento dos objetivos
 

Inicialmente, devem ser definidos: a abrangência (se será para toda a organização, para um projeto específico ou apenas para uma etapa do empreendimento), o prazo de execução, o critério para sucesso (atingir certo percentual de lucro, garantir a conclusão no prazo ou concluir a obra sem acidentes graves, por exemplo) e as pessoas e empresas responsáveis envolvidas. Em consórcios, como os riscos e o controle destes são divididos, a comunicação entre pessoas de diferentes empresas com diferentes objetivos pode representar um risco adicional para o sucesso do projeto.
- Identificação dos riscos
 

Há diversas técnicas para identificação dos principais riscos, dentre as quais CIRIA (2002) destaca a análise “daquilo que pode dar errado” no projeto, o “brainstorming”, as entrevistas estruturadas com os principais membros da equipe e as listas de verificação, baseadas em experiência prévia. Também alerta para que cada caso seja analisado, para não se cair na armadilha de utilizar somente listas de verificação padrão, pois apesar de os riscos serem muitas vezes os mesmos em diversos projetos, nem sempre eles podem ser avaliados ou tratados da mesma forma. Lembra ainda que, devido ao fato de sempre existir um grande número de riscos e nunca haver tempo e recursos

suficientes para tratar detalhadamente todos eles, devem-se priorizar os mais importantes ou problemáticos.

THOMPSON (1992) sugere identificar de 5 a 10 riscos por projeto ou por fase da obra (fundações, estrutura, vedações etc.), no caso de projetos complexos. Menciona também o grande benefício desta análise inicial para o entendimento do projeto, de seus problemas potenciais e de possíveis soluções para os mesmos, o que, em alguns casos, pode levar até à mudança completa na forma de executar a obra ou na estratégia de contratá-la, a qual deveria basear-se na proposta de menor risco ao invés de na proposta de menor preço. O autor destaca ainda a importância de se identificar estes riscos o mais cedo possível, pois além de os mesmos poderem afetar o orçamento ou impor restrições ao projeto, servem para priorizar objetivos nas etapas subsequentes de desenvolvimento do projeto.

- Estimativa da probabilidade e consequência de cada risco

A complexidade de execução desta etapa pode variar bastante, de acordo com os objetivos estabelecidos, podendo abranger desde o rápido preenchimento de planilhas eletrônicas até o consumo de meses de pesquisa e o uso de sofisticados algoritmos. Mas, mesmo sem fazer extensas análises numéricas, é possível aprender muito, ao usar previsões simples, porém realistas.

Nesta etapa são estimados a probabilidade de ocorrência de cada risco e o custo de suas consequências. THOMPSON (1992) sugere a utilização de intervalos (probabilidades e custos mínimos e máximos, ou seja, melhor caso e pior caso) ao invés da utilização de simples valores. A combinação destes parâmetros permite criar uma escala comparativa, descrita anteriormente, denominada nível de risco.

- Estabelecimento de ações de controle para cada risco

Devem ser estabelecidas ações que eliminem completamente os riscos (por exemplo, mudando o projeto ou método construtivo), diminuam a probabilidade de sua ocorrência ou, então, apenas os monitorem e reduzam o impacto de suas consequências. Por exemplo, ao instalar detectores de fumaça em um canteiro de obras é reduzido o impacto, uma vez que as pessoas terão tempo para deixar o local em segurança; porém, o risco de ocorrer um incêndio continuará o mesmo. Recomenda-se a seguinte seqüência: deve-se buscar primeiro eliminar, depois minimizar e, por último, monitorar os riscos.

Esta etapa muitas vezes é feita juntamente com as anteriores, devido à necessidade de respostas imediatas aos riscos identificados e ao fato de elas serem muitas vezes óbvias. Segundo THOMPSON (1992), quanto maior a incerteza, mais flexível deve ser a resposta a ela, o que pode levar a uma completa reavaliação de todo o projeto ou, em casos extremos, ao abandono dele. A maioria dos casos, porém, leva a um maior detalhamento de projeto, a uma melhor investigação do local, a uma estratégia alternativa para as contratações ou à escolha de um diferente método construtivo. A decisão de qual a melhor ação a ser tomada nestes casos pode ser suportada por algoritmos de avaliação, como o RAM “Risk Assessor Model” (ou modelo de avaliação de risco), desenvolvido por JANNADI & ALMISHARI (2003), que calculam uma relação de custo/benefício (custo das ações/benefício da minimização ou eliminação do risco) com base nos dados das etapas anteriores.

- Implementação das ações de controle

Esta etapa é fundamental no sentido de transferir do papel para a realidade todas as ações definidas. “De boas intenções, o inferno está cheio...”, São Bernardo, teólogo francês do século XII.

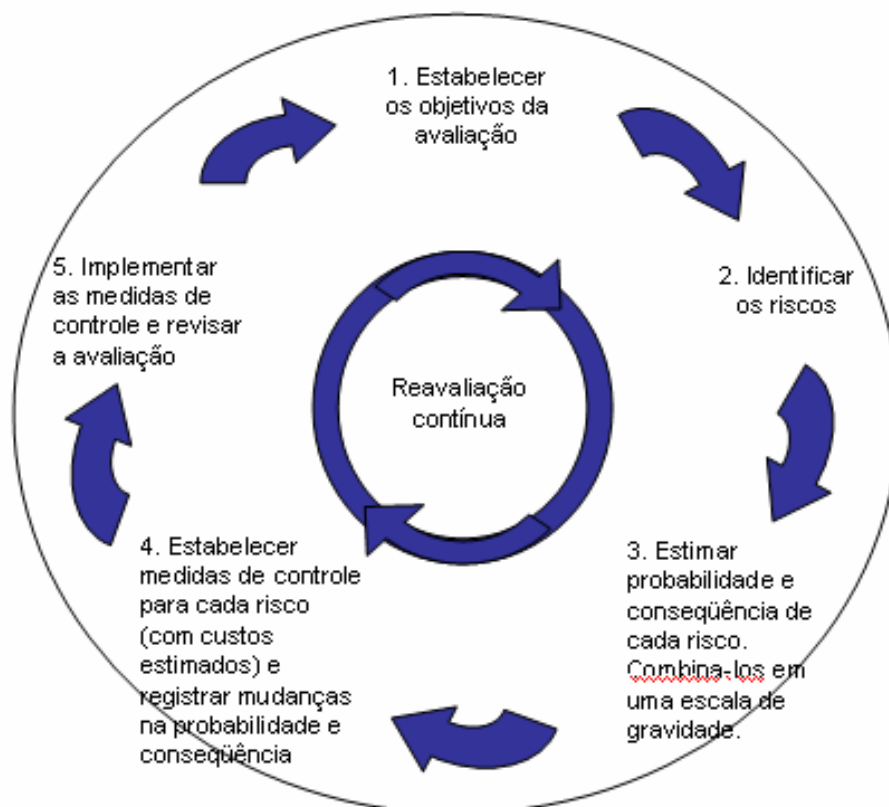


Figura 2.3 - As etapas do gerenciamento de risco, CIRIA (2002)



Como os riscos mudam ao longo de um projeto, a revisão de todo o processo deve ocorrer segundo uma periodicidade definida (geralmente mensal) ou a cada nova fase da obra para substituir suposições por informações mais reais, transferindo o risco, sempre que possível, através da estratégia de contratação ou da contratação de seguros, para diminuir as incertezas do projeto.

Mesmo que todas estas etapas tenham sido planejadas e implementadas, continuará a existir chance de um risco ocorrer, especialmente devido à falibilidade do ser humano. NADOLNY (2005) recomenda que sempre se tenha como meta a redução do nível de risco, através de soluções com a melhor relação custo-benefício e que o time do projeto tenha sempre pronto um plano de emergências em resposta aos riscos que ocorram, para que seja tomada, de imediato, a melhor decisão para minimização da gravidade de suas conseqüências.

CIRIA (2002) faz algumas recomendações adicionais:

- Tomar cuidado com falhas de comunicação, pois geralmente este é o risco que ocorre com maior frequência.
- Ser simples. A avaliação de risco não precisa ser extremamente detalhada para ser útil.
- Esperar sempre o inesperado.
- Planejar com antecedência.
- Ter um plano para emergências.

### **2.1.40 orçamento de riscos**

As incertezas de um projeto, citadas anteriormente, também denominadas “contingências”, muitas vezes simploriamente estimadas como percentual sobre o custo orçado ou embutidas nas cotações dos subempreiteiros em diversos itens do orçamento, sem a devida abertura, são geralmente repassadas integralmente como verba para as contratações, sem a correspondente transferência de responsabilidades em relação ao controle dos riscos. THOMPSON (1992) menciona que a utilização deste percentual, sem uma análise sistemática dos riscos nas propostas, leva a algumas fraquezas:

- O percentual é arbitrado e nem sempre apropriado para todos os projetos.
- Muitos riscos são orçados duas vezes, pois muitos orçamentistas já incluem certas incertezas no seu “melhor” orçamento.

- Inibe a criatividade no orçamento, tornando-o algo rotineiro ao invés de analítico e levando a descuidos e omissões.
- Dá a falsa impressão de que, por ter adicionado um valor ao orçamento, o mesmo possui grande precisão. O ideal seria, desde a fase de estudo preliminar, emitir um orçamento com faixas de valores prováveis ao invés de um valor fixo.
- Somente acrescenta valor à proposta, não indicando potenciais economias, o que pode fazer com que um gerenciamento fraco na fase de execução da obra passe despercebido pela direção da empresa.
- Como adiciona apenas custo, perde-se foco em riscos ligados a prazo e qualidade.

Infelizmente, como a prática usual é utilizar um percentual e passar o problema adiante, os riscos passam a ser tratados como algo extraordinário, imprevisível, uma “caixa preta” com conteúdo desconhecido, um problema do time da obra.

Para que isto não ocorra, é fundamental que os riscos sejam analisados e orçados o mais cedo possível na vida de um projeto. Atualmente existem diversas técnicas para isso. THOMPSON (1992) explica que a escolha da melhor técnica de análise e orçamento de riscos depende de diversos fatores, entre eles: tipo e tamanho do projeto, informação disponível, custo da análise, existência de tempo disponível para efetuar-la e experiência dos envolvidos. Mas, independentemente do método escolhido, o autor recomenda que as pessoas envolvidas, responsáveis por avaliar e gerenciar os riscos na obra, participem de toda a vida do projeto, desde o início do orçamento, para poder acompanhar toda a sua evolução. Recomenda adicionalmente que:

- sejam sempre estudadas várias opções de projeto antes de sua validação final.
- seja planejada a execução da obra com base no detalhamento necessário para a execução, não apenas em informações preliminares.
- sejam envolvidos e comprometidos todos que tomem parte nas decisões de projeto, de modo a todos se sentirem co-responsáveis pelo seu desenvolvimento e resultado.
- sejam tomadas todas as decisões de projeto antes de se iniciar a obra, se possível. A experiência mostra que terminar o desenvolvimento do projeto durante a fase de construção quase sempre leva a mais atrasos do que ganhos de prazo originalmente prometidos.
- sejam listadas as razões aceitáveis que justifiquem modificações futuras.

Apesar de modificações serem algo indesejável em muitos projetos, elas acabam acontecendo e suas conseqüências são geralmente mal estimadas nas fases iniciais dos mesmos. Fato semelhante acontece com os riscos. Muitos clientes experientes ainda hoje insistem em criar um projeto e orçamento estáticos, contrariamente a THOMPSON (1992), que defende que se gaste um pouco mais com o projeto, para obter uma certa flexibilidade ou folgas para ajustes e revisões deste, devido a variações no mercado, a erros ou a novas informações antes não disponíveis. Cabe lembrar que o custo de projeto é relativamente barato quando comparado ao custo total de um empreendimento e que gastos com detalhamentos certamente custam muito menos do que o seu potencial de economia ao evitar problemas futuros, atrasos ou re-trabalhos.

Já o repasse de verba, sem o respectivo repasse de responsabilidade sobre riscos, ocorre geralmente devido à falta de conhecimento ou de registro do que foi considerado pelo subempreiteiro na proposta. Este tipo de falha de comunicação é comum e estende-se, muitas vezes, às diferenças entre o padrão de qualidade e os prazos exigidos pelos clientes e os orçados pelos subempreiteiros. E, apesar da crescente exigência de qualidade, prazo e custo no gerenciamento de projetos, apenas os custos dos riscos são usualmente considerado nas propostas. Por este motivo THOMPSON (1992) defende também o uso de folgas nos cronogramas e de tolerâncias para alterar especificações de itens não críticos, além das tradicionais contingências de custos. Isto permitiria ao gerente do projeto ter uma margem de “manobra” para, por exemplo, aceitar itens não críticos em um padrão diferente das especificações, para recuperação de prazo ou economia de custo. Mas, na prática, ocorrem descontos ou reduções arbitrárias no orçamento e nas tolerâncias acima descritas sem as respectivas ações para garantir a minimização da ocorrência ou do efeito dos riscos, o que leva, quase sempre, a atrasos e aumento de custos no final da obra.

Para evitar estes efeitos nocivos, o governo de Hong Kong implementou em 1993 o ERA (Estimating using Risk Analysis) ou orçamento com análise de risco, uma metodologia que serve para quantificar as contingências através da identificação das incertezas do orçamento e de uma estimativa de seus respectivos custos. O seu desenvolvimento foi motivado pelo desejo de evitar os desvios entre os custos reais das obras e os seus orçamentos originais, que quase sempre foram elaborados sem que houvesse todas as informações necessárias. Da mesma forma que o cálculo tradicional de contingências (uso de um percentual geral), o ERA adiciona um valor ao custo estimado do orçamento, porém de forma aberta, listando, classificando e

estimando o valor de cada uma das incertezas. Uma sugestão de classificação para estas incertezas pode ser encontrada na TCPO (2003), conforme Tabela 2.5:

Tabela 2.5 - Provisão interna para cobertura do risco, TCPO (2003)

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Problemas com o subsolo               | Realidades não detectadas pelos projetos de engenharia que não poderão ser cobradas do cliente, entre as quais: hidrogeologia, jazidas, contenções e estabilizações, infiltrações, injeções e drenagem, cotas de fundações, solubilidade e cavidades, artesianismo e afins. |
| Problemas ambientais                  | Climatologia, pluviometria, poluição, equilíbrio da fauna e flora, temperatura e umidade.   |
| Problemas com o projeto               | Detalhamento insuficiente, divergências e incompatibilidades, precisão topográfica e afins.   |
| Problemas com materiais de construção | Consumo além do esperado (desperdício), falta de qualidade de materiais.  |
| Problemas com equipamentos            | Desempenho inferior ao esperado.  |
| Problemas com mão-de-obra             | Desempenho inferior à meta estabelecida pela empresa como normal, rotatividade excessiva de operários, enfermidade e faltas justificadas em nível superior ao esperado, retrabalho e afins. Carência de mão-de-obra na região.  |
| Manutenção pós-entrega da obra        | Despesas com manutenção pós-entrega da obra.  |
| Riscos diversos                       | Roubo de bens não segurados, greves, prejuízos com ações trabalhistas, multas por atrasos nas etapas da obra.   |

O foco principal do ERA é a redução do nível de incerteza (não necessariamente o custo) de um orçamento conforme o mesmo é revisado ao longo das fases de desenvolvimento do projeto. Por exemplo, incertezas no estudo de viabilidade tais como profundidade das estacas ou área total a ser construída, são definidas ao longo do desenvolvimento do projeto, passando a fazer parte do orçamento base.

Em Hong Kong são feitas em média quatro destas revisões até que se chegue à proposta contratual. A Figura 2.4 ilustra como varia a proporção relativa das contingências em relação ao orçamento total, ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do projeto.

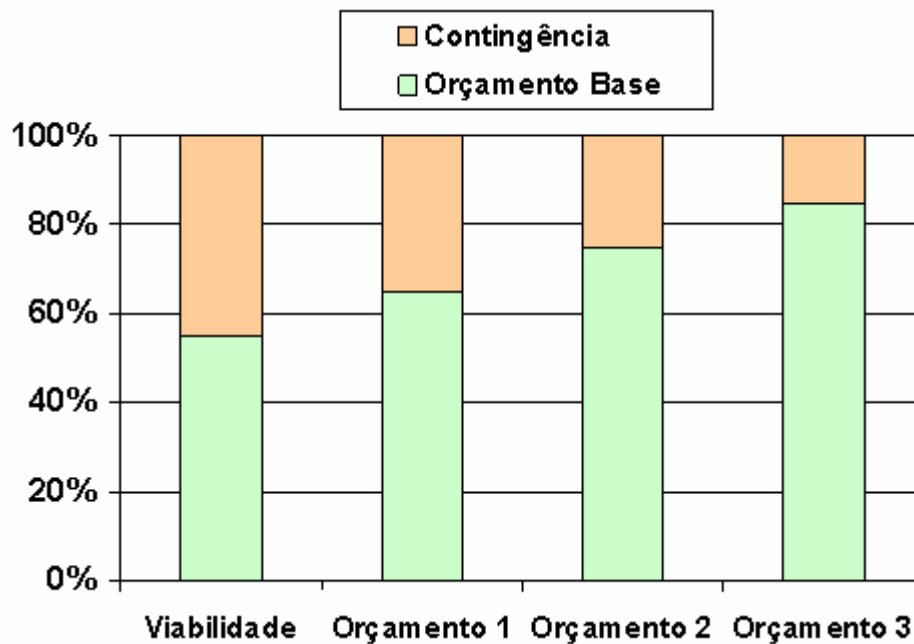


Figura 2.4 - Proporção relativa das contingências em relação ao orçamento total ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do projeto, MAK & PICKEN (2000)

Como o percentual relativo às contingências (ou incertezas) do projeto diminui ao longo do desenvolvimento do mesmo, THOMPSON (1992) estudou o que seria uma distribuição probabilística do custo, a qual é apresentada de forma resumida na Figura 2.5.

Cabe fazer uma diferenciação entre riscos e incertezas: estas últimas possuem uma probabilidade mais conhecida. As variações climáticas, por exemplo, que no passado eram consideradas riscos, passaram na atualidade a ser uma incerteza, devido aos avanços recentes da informática na meteorologia, que permitem calcular mais assertivamente sua probabilidade.

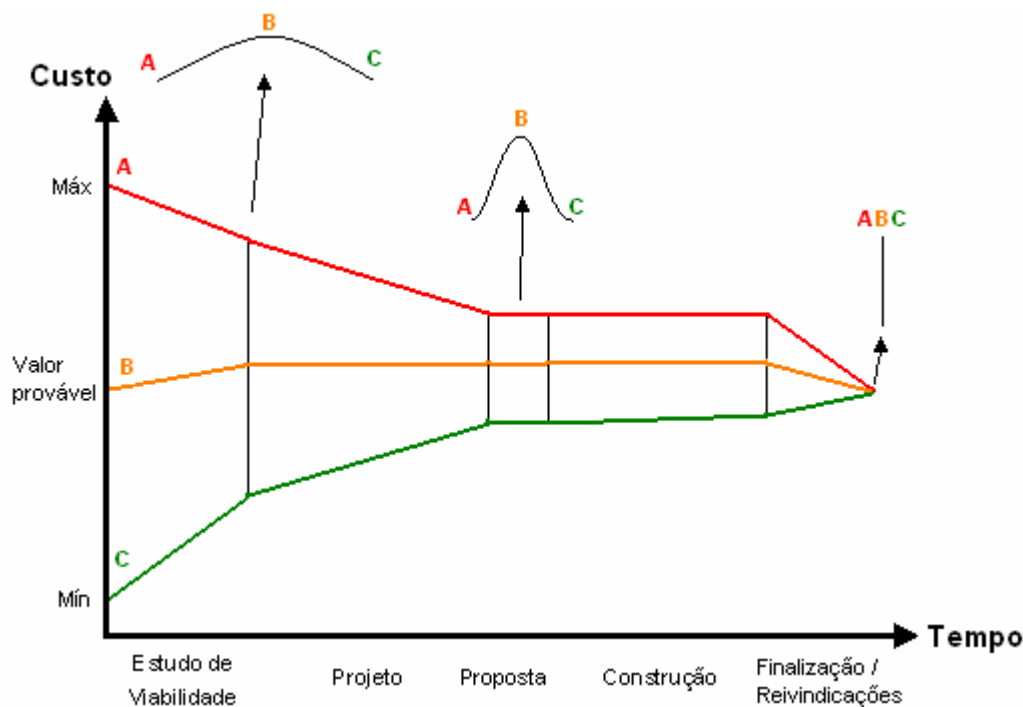


Figura 2.5 - Distribuição probabilística do custo, estimada ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do projeto, THOMPSON (1992)

O ponto de partida do ERA é o orçamento básico, de escopo totalmente conhecido e livre de riscos, ao qual será adicionado um total de contingências. Esse total é calculado a partir de identificação dos possíveis riscos, categorizados em fixos (são aqueles que ou ocorrerão totalmente ou não ocorrerão) ou variáveis (são aqueles que podem ocorrer de forma parcial), e da estimativa de custo médio e máximo para cada um deles. A soma destas estimativas médias pelas probabilidades fornecerá o montante a ser adicionado ao orçamento básico para se chegar ao orçamento ERA médio. Somando-se a este total a raiz quadrada dos quadrados das diferenças entre custos médio e máximo obtém-se o orçamento ERA máximo.

MAK & PICKEN (2000) fizeram um estudo com o objetivo de comparar a variação e consistência das contingências estimadas em projetos antes e depois da implementação desta metodologia. Ficou demonstrado o sucesso desta metodologia para reduzir contingências exageradas e desnecessárias. A variação média das contingências estimadas antes da implementação do ERA, em relação aos custos reais finais das incertezas das obras, foi de 215%, ou seja, o valor orçado foi na média mais de duas vezes maior que o necessário. Com a utilização desta metodologia, o

percentual reduziu para 115%, ainda assim considerado muito alto pelos autores, que sugerem algumas ações para aperfeiçoamento da mesma no futuro:

- Estudo dos efeitos de aplicar penalidades ou bônus aos orçamentistas, caso o orçamento tenha uma variação maior do que o aceitável (tanto para mais como para menos) ou fique dentro dela.
- Uso de técnicas estatísticas para determinação das probabilidades dos riscos.
- Revisão da política de alocação e atualização da previsão orçamentária.
- Criação de um banco de dados de custo de riscos, a partir de um histórico de projetos realizados, para poder embasar novas estimativas, pois a maioria dos riscos provém de questões que ainda não foram decididas (por exemplo: omissões nas especificações ou falta de investigação do subsolo).

Esta última ação foi levantada pelos próprios orçamentistas como fator crítico para o sucesso dos orçamentos ERA, pois eles reconheceram que passaram a usar o ERA mais por imposição das empresas do que para aperfeiçoar os seus orçamentos. Ficou claro para MAK & PICKEN (2000) que havia uma tendência de superestimar o valor do orçamento, devido à dificuldade de conseguir verbas extras caso o orçamento estourasse o valor planejado. Eles explicam, em sua pesquisa, que essa tendência humana de ser conservador foi um dos principais fatores que levou à má distribuição de recursos para obras públicas pelo governo de Hong Kong (os orçamentos superestimados fizeram com que faltassem recursos para outros projetos).

Iniciativas como esta do governo de Hong Kong são essenciais para o desenvolvimento e aculturação de todos os envolvidos em orçamento de propostas e em acompanhamento de obras. Sempre que possível, deveria ser feita uma verificação do custo, do prazo e da qualidade final da obra para comparação com o orçamento, com o planejamento e com cada um dos riscos inicialmente previstos. Mesmo que não se disponha de muitos recursos para efetuar essa verificação e que ela não seja muito detalhada, ainda assim o aprendizado obtido certamente proporcionará uma maior assertividade na análise e no orçamento dos riscos no futuro.

### **2.1.5 Transferência de riscos na contratação**

Nos últimos anos houve um crescimento significativo da quantidade de “claims” ou reivindicações, processos de arbitragem e litígios devido às diferentes interpretações sobre alocação e responsabilidade de riscos e suas conseqüências. THOMPSON (1992) afirma que isso não aconteceria se houvesse mais participação de engenheiros e

gerentes de projeto ao invés de advogados e seguradoras. O autor complementa que é através da estratégia de contratação que devem ser definidos os tipos de materiais e critérios de medição, as quantidades e divisão de escopo nos diferentes pacotes, as garantias, a responsabilidade pelos riscos, pelos prazos, pelos projetos, pelo comissionamento, entre outros. A falta de qualquer uma destas definições dá margem a interpretações nos documentos contratuais e acaba gerando disputas como as acima mencionadas. Por exemplo, muitos fornecedores dão garantia apenas de seu material ou equipamento (desde que adequadamente comissionado), porém não dos revestimentos ou acabamentos que estiverem sobre os mesmos, caso venham a ser substituídos. Esta responsabilidade ou o repasse deste risco deveria estar claramente definido nos documentos contratuais para evitar uma disputa, caso venha a ocorrer. CARRARO (1998) complementa que geralmente, devido à grande quantidade de pessoas e empresas envolvidas em uma obra, a responsabilidade por um desempenho insatisfatório é diluída entre todos, resultando em uma cômoda situação de cada um culpar os demais pelas falhas ocorridas - não assumindo ninguém os próprios erros, caso não estejam claramente definidas as responsabilidades.

A Figura 2.6 mostra as formas tradicionais de alocação ou repasse dos riscos na construção civil. Em sua parte superior, é ilustrado o repasse usual de riscos de uma obra do cliente para a construtora e projetistas e da construtora para os subempreiteiros (que são os agentes do processo no “fim da linha” que acabam assumindo a maioria dos riscos, sem estar preparados para tal). Na parte inferior da Figura 2.6, é ilustrada a transferência dos riscos de cliente, projetistas, construtora e subempreiteiro para uma seguradora (em uma minoria dos casos, em que uma seguradora é contratada) e da construtora e subempreiteiro para seguradora (idem) e para fornecedores.



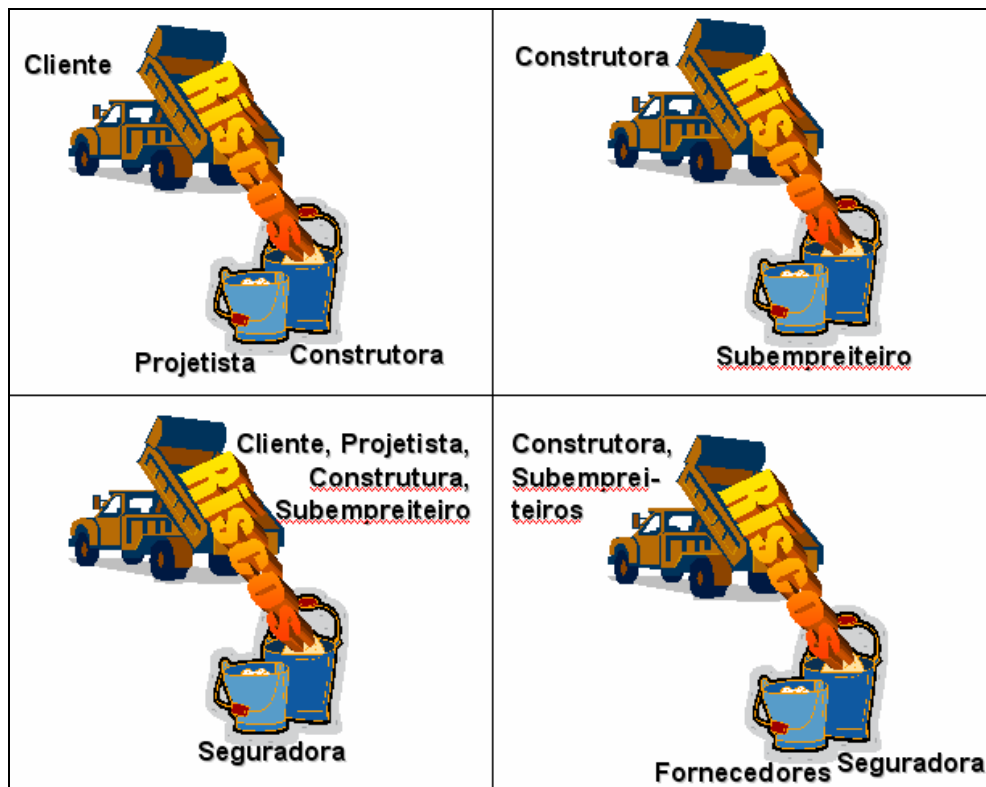


Figura 2.6 - Formas tradicionais de alocação de risco, adaptado de THOMPSON (1992)

Para uma correta alocação dos riscos, THOMPSON (1992) sugere que sejam seguidos os seguintes questionamentos:

- Qual das partes pode melhor controlar os eventos que levem à ocorrência de um risco?
- Qual das partes assume os riscos, caso os eventos não possam ser controlados?
- Qual das partes será a melhor para responder aos riscos, caso eles ocorram?
- O prêmio pago para a parte que teve o risco transferido para si é razoável ou aceitável?
- A parte que assumirá o risco conseguirá realmente arcar com as suas conseqüências, caso ele ocorra?
- Será ou não desejável que o cliente mantenha-se envolvido no gerenciamento dos riscos?
- A transferência de um risco poderá criar outros riscos que serão transferidos de volta ao cliente?
- Qual o tipo de contrato transferirá da melhor forma os riscos?

Para responder a esta última questão, THOMPSON (1992) classificou os contratos em dois tipos:

- Contrato por preço (global ou unitário), onde o risco é predominantemente da construtora; o risco está (ou deveria estar) incluso no preço como contingência (oculta ao cliente). Somente é revisado se mudar alguma especificação, escopo ou evento / sinistro que pare ou atrase a obra. O efeito mais provável, devido ao mercado sempre abaixar o preço, é que construtora ou subempreiteiro não sejam adequadamente remunerados, forçando-os, em alguns casos, até a desistir do contrato antes do seu final.
- Contrato por custo (por administração ou preço alvo ou variante), onde o risco é predominantemente do cliente - só há interesse de a construtora controlar riscos e economizar nos casos em que ela participe das economias ou seja penalizada pelo seu estouro.

Já em contratos complexos ou de grandes riscos, qualquer uma destas contratações padrão é geralmente inadequada, havendo necessidade de desenvolver em contratos “sob medida”.

THOMPSON (1992) menciona que, em uma pesquisa feita nos Estados Unidos, até 5% do custo de obra poderia ser economizado simplesmente escolhendo o tipo de contratação mais adequado para cada caso (cada parte ficaria mais alerta às suas responsabilidades contratuais e mais precauções seriam tomadas). Aliado ao tipo de contrato mais adequado, deveria também sempre haver uma explicação detalhada de todos os riscos que serão repassados aos contratados; caso contrário, a interpretação individual (ou omissão) leva as propostas a terem os seus preços super ou subestimados e, em alguns casos, a nem serem entregues. Evitar discutir os riscos durante uma contratação pode ser mais cômodo naquele momento, porém muitas vezes gera problemas posteriores, por falta de previsão e atenção de todos, que poderiam ter agido antes e não depois do ocorrido. THOMPSON (1992) defende uma uniformização da análise e entendimento dos projetos e documentos contratuais para que todos os concorrentes tenham o mesmo ponto de partida, orçem propostas equivalentes, para que o preço seja um critério justo de seleção da melhor proposta. Após o recebimento das propostas, a chance de reduzir ou incluir novos riscos e as respectivas conseqüências nos preços serão muito limitadas. Muitos exemplos poderiam ser citados onde a escolha do menor preço levou a um gasto final do projeto acima do previsto. Por isso seria recomendável que os clientes considerassem um patamar mínimo de valor (ou risco aceitável), abaixo do qual as propostas seriam

desclassificadas; e que em projetos complexos ou de alto risco fosse fixado um valor ao qual soma-se ou subtrai-se um desvio (valor  $\pm$  desvio) para balizar os preços das propostas (prática essa que já é utilizada com certa frequência).

Desta maneira, fica evidenciada a importância de se conhecerem antecipadamente os possíveis riscos envolvidos em um projeto para poder classificá-los, prever sua probabilidade de ocorrência e prováveis conseqüências, de orçá-los corretamente, de escolher a estratégia de contratação mais adequada para cada caso e de definir os responsáveis e as ações de resposta, para poder fazer um efetivo gerenciamento dos mesmos ao longo de desenvolvimento do empreendimento.

## 2.2 Produtividade

“Em qualquer país, o caminho mais sustentável para a melhoria do padrão de vida é o aumento da produtividade. Os ganhos de produtividade englobam tanto processos mais eficientes como inovações em processos e serviços. O uso adequado de recursos permite que a economia forneça bens e serviços a custos menores para o mercado interno e possa competir em mercados internacionais” MCKINSEY, 1998

### 2.2.1 Conceituação da produtividade

Em um mercado cada vez mais competitivo, com margens de lucro e prazos cada vez menores, as empresas construtoras viram-se obrigadas a aperfeiçoar seu processo produtivo para garantir a sua lucratividade e assegurar sua perpetuação.

Neste cenário, ARAÚJO (2000) destaca que a busca de uma maior eficiência nos processos produtivos passou a ser um dos objetivos principais a ser alcançado pelas empresas construtoras. Segundo o autor, um aspecto importante para se alcançar essa melhoria é conhecer o processo detalhadamente, através da determinação da eficiência na transformação dos recursos físicos utilizados e da detecção e quantificação da influência de fatores que possam estar relacionados com a perda dessa eficiência.

Considerando a transformação das entradas em saídas em um processo, SOUZA (2006) define a eficiência (e eficácia na medida do possível) desta transformação como produtividade, conforme demonstrado na Figura 2.7:

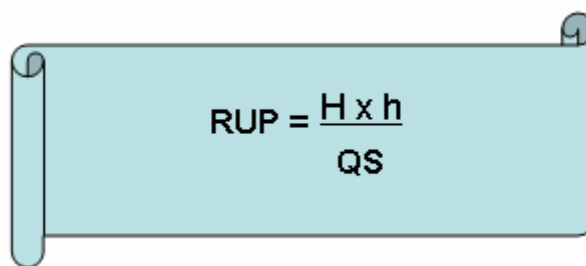


Figura 2.7 - Definição de produtividade em um processo, SOUZA (2006)

Já SILVA (1986) define produtividade como “a razão entre produto e insumo medidos do ponto de vista de volume físico ou de valor, a fim de traduzir a eficiência com que são utilizados os recursos”.

FLEURY & VARGAS (1987), por sua vez, definem eficiência como “grau em que um sistema qualquer atinge um dos objetivos que lhe foram atribuídos”, eficácia como “grau em que um sistema de ordem inferior tem seus objetivos determinados de forma a servirem aos objetivos do sistema de ordem superior” e produtividade como “grau em que um sistema qualquer atinge um objetivo de produção (sendo esta definida pelos autores como processo no qual um sistema transforma algo não utilizável como recurso em algo utilizável)”.

Porém, mesmo que estes conceitos sejam padronizados, a inexistência de uma padronização para se medir a produtividade é, segundo SOUZA (2006), uma das grandes dificuldades para poder avaliar e comparar dados de diferentes obras. CARRARO (1998) corrobora esta afirmação, explicando que a falta da mesma faz com que o mercado assuma muitas informações como verdadeiras sem questionar o modo pelo qual foram obtidas. Por esta razão, SOUZA (2006) sugere a utilização de um indicador denominado “razão unitária de produção” (RUP), que é o quociente da divisão do recurso disponível (entrada do processo) pela quantidade de serviço (QS) executada (saída do processo). Existem diversas entradas possíveis para cálculo deste indicador de produtividade, sejam físicas, financeiras, sociais ou outras. Neste trabalho será abordado o aspecto físico. Dentre os recursos físicos necessários para a execução de um edifício, a mão-de-obra é o mais significativo e mais difícil de ser controlado, sendo também aquele que historicamente apresenta as maiores perdas. SILVA (1986) explica que a produtividade da mão-de-obra pode representar a produtividade geral, pois é o insumo (ou recurso) principal da construção civil, extensivamente utilizada em praticamente todos os serviços. Para se ter uma idéia de sua representatividade, a autora cita que inúmeras referências na literatura especializada situam-se numa faixa de 30% a 40% do custo total de produção de uma obra, em média. E, segundo CARRARO (1998), nela estão as maiores possibilidades de redução de custos (30% a 50%), as quais geralmente não são bem aproveitadas por falta de conhecimento técnico. Estas são as razões pelas quais este trabalho focou o estudo da mão-de-obra como representativo da produtividade total da obra. Para estudar produtividade da mão-de-obra, foi adotada a forma usual de medi-la, por “Homem x hora” (Hh), através da expressão mostrada na Figura 2.8.



$$RUP = \frac{H \times h}{QS}$$

Figura 2.8 - Razão Unitária de Produção (RUP) para mão-de-obra, SOUZA (2006)

SANDERS & THOMAS (1991) confirmam que esta expressão (divisão do recurso pela quantidade de serviço, e não o contrário) é a mais usual, pois enfatiza os problemas de produtividade, os quais aparecem como picos nos gráficos de apresentação deste tipo de indicador.

CARRARO (1998) explica que os benefícios do estudo da mão-de-obra são evidentes, pois fornece informações confiáveis quanto à realidade analisada, auxiliando a obter previsões do consumo de mão-de-obra (para montagem de bancos de dados para orçamentos), previsões de durações de serviços (caso a equipe esteja definida) ou dimensionamento de equipes (caso o prazo esteja definido), melhoria dos métodos construtivos pela avaliação e comparação de resultados (diários, em uma mesma obra, para identificar desvios; ou, em prazos maiores, em obras ou até em empresas diferentes, para comparar a eficácia do seu processo produtivo com as demais organizações). Para um melhor entendimento e para que seja possível esta análise e a comparação de dados de diferentes obras ou empresas, SOUZA (2006) sugere que sejam definidos pelo menos quatro aspectos:

1. Quais pessoas serão inseridas na avaliação?
2. Quantas horas de trabalho considerar?
3. Qual a forma de quantificação adotada para mensurar o serviço executado?
4. Qual o período de tempo a que se referem as mensurações?

CARRARO (1998) sugere, ainda, um aspecto adicional, qual seja a proposição de diretrizes para detecção da presença e da intensidade de fatores que possam fazer a produtividade variar, para que seja possível explicar a variabilidade diária da mesma. Para se responder à primeira questão proposta por SOUZA (2006), há diversas opções: podem ser contados apenas os oficiais diretamente envolvidos (mão-de-obra de oficial), todos os oficiais e ajudantes da frente de serviço (mão-de-obra direta) ou todos os oficiais e ajudantes da frente de serviço e de apoio (mão-de-obra global). Dependendo de qual for escolhida, calcula-se a RUP of (produtividade dos oficiais), RUP dir (produtividade da mão-de-obra direta) ou RUP glob (produtividade global).

Na questão das horas de trabalho, SILVA (1986) menciona uma dúvida comum que há entre se utilizar Homem-hora pago ou trabalhado. Segundo a autora, devido ao crescimento da proporção de horas pagas, mas não trabalhadas (horas prêmio ou tarefas), o mais adequado seria considerar as horas trabalhadas, para não subestimar a eficiência. SOUZA (2006) compartilha esta opinião, sugerindo considerar sempre as “horas disponíveis”, ou seja, o tempo total que o operário está no canteiro pronto para trabalhar. Não devem ser descontadas horas de paralisação por problemas de gestão (como, por exemplo, falta de material ou frente de serviço não liberada), nem acrescidas horas prêmio pagas por tarefa executada, sem realmente terem sido trabalhadas. Apesar de as citadas horas prêmio influenciarem a produtividade das horas normais de um determinado dia, elas devem ser entendidas como um fator motivador, como muitos outros: pagamento em dia, boas condições de higiene e segurança no trabalho, perspectiva de crescimento profissional etc.

Na terceira questão, sobre quantificação de serviço executado, este deve ser medido em uma unidade que lhe seja representativa (por exemplo: m<sup>3</sup> para concreto, m<sup>2</sup> para alvenaria, kg para aço). Deve ser sempre utilizada a quantidade “líquida”, que desconta, por exemplo, vãos de portas e janelas ao calcular a área de paredes. SOUZA (1997), entretanto, chama a atenção para alguns tipos de serviço que podem demandar mensuração um pouco mais cuidadosa como, por exemplo, fôrmas para concreto: um ciclo completo delas pode envolver uma série de subtarefas, tais como locação, montagem de uma ou mais faces, escoramento, montagem das demais faces, alinhamento final e prumo, desforma, limpeza e aplicação de desmoldante. Como cada uma destas subtarefas pode levar dias, o autor sugere a utilização de regras de crédito, situação em que cada subtarefa receberia um peso de acordo com sua importância relativa no ciclo. As quantidades de serviço seriam medidas separadamente para cada subtarefa e somadas através das respectivas regras de crédito, que gerariam quantidades “equivalentes” da tarefa total.

Para a última questão, qual seja a relativa a definir-se a periodicidade de avaliação da produtividade, há diversas alternativas possíveis: dia de trabalho (que gerará a RUP diária), semana (RUP semanal), mês (RUP mensal), período (RUP periódica) ou ciclo (RUP cíclica). Um exemplo desta última poderia ser a execução de um andar tipo (um ciclo) em um edifício de múltiplos pavimentos.

Para qualquer uma destas alternativas é possível calcular, a partir dos valores acumulados, a produtividade cumulativa (RUP cum). Esta produtividade é particularmente interessante de analisar para detecção de tendências de médio e

longo prazo, pois, por atenuar a variabilidade dos períodos, serve de parâmetro para projeções futuras (por exemplo, estimativa do consumo final de mão-de-obra).

Na verdade, todas elas têm a sua utilidade para análise. Na diária é possível analisar os picos, ou os dias de produtividade boa ou ruim, associando-se aos mesmos as ocorrências fora da normalidade (ou anormalidades). SOUZA (1997) a identifica como um “instrumento analítico de respostas extremamente rápidas quanto à condução da obra”, pois permite a discussão de eventuais problemas ocorridos até mesmo antes de iniciar uma nova jornada. Na semanal estes picos são suavizados, sendo a RUP semanal muitas vezes utilizada para previsão da produção semanal das frentes de serviço, no planejamento da obra. Por ser um período maior, a mensal possui um comportamento muito semelhante à cumulativa, anteriormente descrita. A periódica e cíclica também suavizam picos e usualmente são utilizadas para definição de metas.

Outra produtividade interessante de ser analisada é a potencial (RUP pot), definida por SOUZA (2006) como “um valor da RUPd (diária) associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores das RUPd detectados”. Ela é calculada matematicamente através da mediana das RUPd inferiores a RUP cum. Porém, mesmo conhecendo-se ambas (RUP cumulativa e potencial) em sua obra, como saber se este desempenho está bom ou ruim? Com que compará-las?

Para responder a estas perguntas, SOUZA (2006) explica que não é possível analisar estes dados ou tirar boas conclusões sem o conhecimento das faixas de variação da produtividade para cada serviço e das razões que levam a estas variações. O autor discorre sobre o “Modelo dos Fatores”, descrito por THOMAS & YIAKOUMIS em 1987, cujo foco é a produtividade da mão-de-obra da equipe e que conceitualmente explana que não haveria variação da produtividade caso todas as características relativas ao serviço sendo executado se mantivessem constantes (ou que haveria variação apenas em função do aprendizado da mão-de-obra). Porém, devido à grande variabilidade dos serviços na construção civil, ocorre sempre variação destas características, o que leva a uma variação da produtividade.

A Figura 2.9 mostra este modelo graficamente, sendo que a primeira curva (real) representa hipoteticamente medições efetuadas no campo. As curvas seguintes - A, B e C - representam supostas curvas nas quais são subtraídos, da curva real, os efeitos dos fatores A, B e C sobre a produtividade. A curva inferior (de referência) seria aquela na qual os efeitos de todos os fatores possíveis teriam sido subtraídos da curva real, representando a melhor produtividade possível de se obter. Segundo



CARRARO (1998), a magnitude desta curva de referência estará diretamente relacionada a aspectos do canteiro de obras, dos métodos construtivos e da “construtibilidade” do projeto, podendo, teoricamente, ser estabelecida mesmo antes de iniciados os serviços na obra. O autor explica ainda que os fatores (exemplificados como A, B e C) poderiam ser sistêmicos (ligados a características do projeto), aleatórios (apresentando anormalidades, como clima inadequado ou falta de material) ou temporais (em função do pavimento em que se está trabalhando).

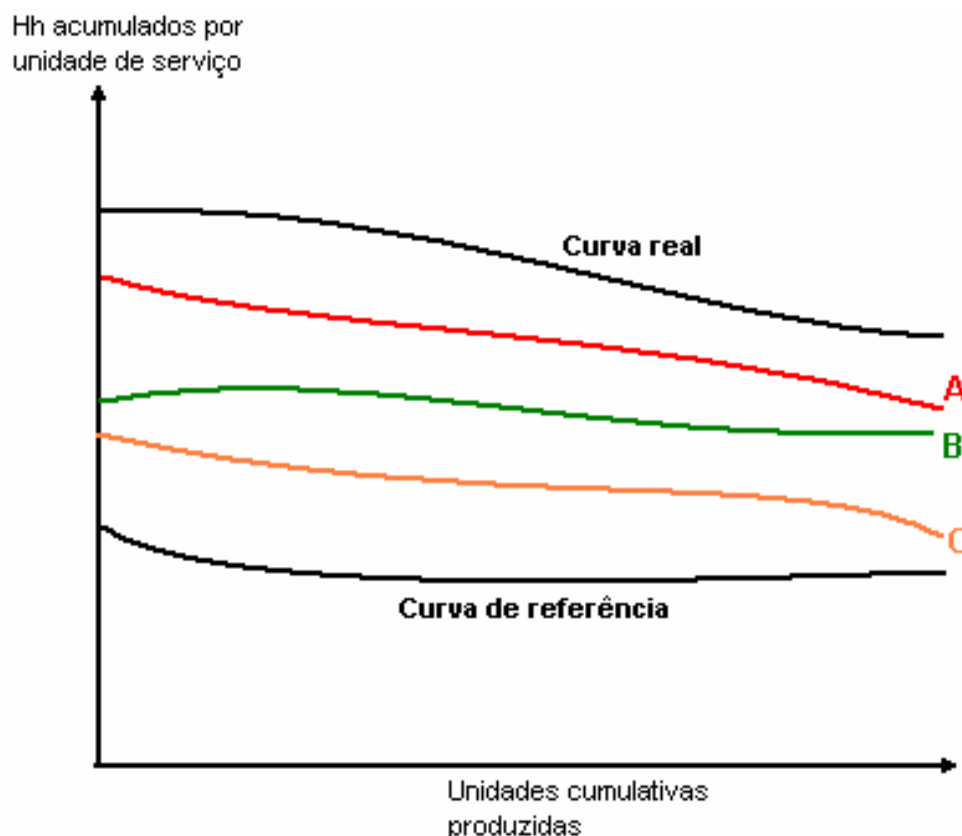


Figura 2.9 - “Modelo dos Fatores” para produtividade na construção,  
THOMAS & YIAKOUMIS (1987)

SOUZA (2006) classifica os fatores influenciadores da produtividade, dentro de condições normais, em fatores ligados ao conteúdo e fatores ligados ao contexto, e, fora destas, em anormalidades. Os ligados ao conteúdo são associados aos materiais e componentes utilizados ou às características do produto final. Os ligados ao contexto são associados à mão-de-obra e equipamentos e às condições externas existentes (clima, forma de contratação, acesso, detalhamento do projeto, gestão da produção etc.). Já as anormalidades podem ser entendidas como os afastamentos acentuados em relação às condições normais de conteúdo e contexto. Elas, dentro dos objetivos deste trabalho, poderiam ser classificadas como “riscos à não obtenção da

produtividade planejada”. A idéia básica seria que, uma vez que as anormalidades não ocorram ou que ocorram com menor freqüência, ou pelo menos que se diminua a gravidade de suas conseqüências, seja possível assegurar uma melhora significativa da produtividade, pois a mesma variará apenas devido aos fatores ligados às condições normais, acima descritos. CARRARO (1998) compartilha esta visão, mencionando uma variação de 388% entre a média de dias em que ocorreram anormalidades e a média de dias considerados normais. O autor subdivide as anormalidades, por sua vez, em incontroláveis (por exemplo: alterações climáticas em excesso) e controláveis (por exemplo: falta de material, quebra de equipamentos por falta de manutenção preventiva, congestionamento de pessoas no local de trabalho) e destaca a importância de se conhecer e agir sobre este segundo tipo de anormalidade.

Mas, dentre todas as produtividades explanadas anteriormente, qual seria a melhor para se analisar o efeito destes fatores? A resposta é “depende”, pois com cada uma delas pode ser feita uma análise específica.

Uma vez que já foram exemplificadas as diversas possibilidades quanto aos períodos de tempo, caberia ainda mencionar que RUP of externa melhor a variação da produtividade em relação aos fatores de conteúdo e a RUP dir ou RUP glob externam melhor a variação da produtividade em relação aos fatores de contexto. Citando como exemplo o serviço de alvenaria, caso se queira estudar a variação da produtividade em função dos fatores de conteúdo (tamanho dos blocos ou tijolos, existência de furos nos mesmos, preenchimento ou não da junta vertical, paredes baixas ou paredes altas), recomenda-se utilizar a RUP of. Caso se queira estudar a variação da produtividade em função dos fatores de contexto (existência de projeto definido, uso de cimento, areia e cal ou argamassa industrializada, distância da argamassadeira até a frente de serviço, entrega de blocos em “pallets” ou soltos), recomenda-se utilizar a RUP dir ou RUP glob. SILVA (1986) lembra que, no caso de uso de índices “globais”, onde horas de oficiais e serventes são somadas, não é possível diferenciar a contribuição da mão-de-obra qualificada da não qualificada. Por isso, mesmo que seja calculado um índice único, a autora sugere que sejam consideradas as horas trabalhadas de cada categoria, para que também seja conhecida a proporção entre oficiais e serventes.

Portanto, é fundamental ter claramente definidos os objetivos, antes de iniciar qualquer coleta detalhada de dados ou de se gastarem muitos recursos nos levantamentos e análises, para a escolha do acompanhamento da produtividade que

melhor irá atendê-los. A forma de avaliá-la, bem como uma forma simplificada para se calculá-la serão descritas no tópico a seguir.

## **2.2.2 Avaliação da produtividade e fatores influenciadores**

Outra questão importante a abordar é sobre como avaliar em que nível estão as empresas atualmente, em relação à produtividade. Com a terceirização dos serviços de construção por preço global ou unitário, muitas empresas que antigamente levantavam os dados de produtividade da sua mão-de-obra própria, passaram a concentrar seus esforços em obter o menor preço dos subempreiteiros. Estes, por sua vez, em função do aumento da competição de mercado, viram-se forçados a reduzir sucessivamente seus preços chegando a valores que não lhes permite obter os recursos necessários para realizarem adequadamente os serviços. O processo tornou-se então uma “aposta”, na qual os preços são ofertados e reduzidos, muitas vezes arbitrariamente, para se conseguir um contrato, para depois ser pensado o que vai ser feito para entregar o serviço de forma satisfatória, pelo preço acordado. A verdade mostra que atualmente é cada vez maior o número de casos em que não é mais possível ganhar esta “aposta”. Neste contexto, CARRARO (1998) menciona a grande falta de informações sobre índices de produtividade da mão-de-obra no meio empresarial e técnico. DANTAS (2006) destaca que os gestores de obras passaram a ter cada vez menos conhecimento sobre a quantidade de mão-de-obra necessária para executar um determinado serviço, levando-os a uma falta de parâmetros para decidirem por ações corretivas, no caso de haver algum problema. ARAÚJO (2000) acrescenta que, para uma gestão eficiente, é fundamental que os gerentes de obra conheçam, “a priori”, os níveis de desempenho possíveis de serem alcançados no uso dos recursos físicos, para detectar com exatidão problemas e tomar as ações corretivas necessárias.

Por esta razão, algumas empresas de visão voltaram a discutir a questão da avaliação da produtividade, mesmo que em exclusivo benefício do subempreiteiro em um primeiro momento, pois sabem que, caso isso não seja feito, as conseqüências (paralisações, atrasos, retrabalhos, custos extras etc.) continuarão a recair sobre elas. Para tanto, utilizaram modelos de aferição da produtividade originalmente desenvolvidos para a indústria seriada, cujas características são distintas da construção civil. CARRARO (1998), citando trabalhos de outros autores, enumerou em sua dissertação algumas das características da indústria da construção civil: caráter

nômade de produção, centralizada (operários em torno do produto) ao invés de em cadeia (produto passa por operários fixos), produto único e não seriado, responsabilidades dispersas e pouco definidas, indústria tradicionalista (resistente a alterações ou inovações tecnológicas), utilização intensiva de mão-de-obra com pouca garantia de estabilidade gerando baixa motivação e “descompromisso” por parte dos operários, ciclo longo e complexo (mais difícil de ser estudado e aperfeiçoado a cada repetição). Disto decorre a necessidade de adaptações nos modelos existentes para a realidade dos canteiros de obras. Dois dos modelos enumerados por CARRARO (1998) merecem destaque, por identificar relações entre os resultados obtidos e os recursos utilizados: “o Modelo dos Fatores” (explicado no tópico anterior) e o “Modelo dos Atrasos” (no qual, além das quantidades produzidas e respectivos homens-hora gastos, também são apontados os tempos gastos com atrasos e suas origens - o que torna possível quantificar e estimar a relevância de cada um deles no processo e calcular a produtividade potencial a partir da eliminação de todos os atrasos ocorridos) . Porém o “Modelo dos Atrasos” é também criticado por alguns autores por ser de difícil aplicação em sistemas que utilizem de forma intensiva a mão-de-obra, onde é complexa a relação entre tempo produtivo e quantidades produzidas. CARRARO (1998) explica que, na argumentação deles, uma redução de tempos de espera ou tempos improdutivos aumentaria o tempo produtivo, porém não obrigatoriamente a quantidade produzida; que os modelos criados para indústria seriada não investigam fatores externos ou de gerenciamento que afetam a produtividade; que estudam o indivíduo e não a equipe (que é a unidade básica de trabalho na construção civil); que consideram apenas as entradas do processo e supõem relações de saídas versus tempo produtivo; que funcionam bem em casos de trabalhos repetitivos (o que não acontece na construção civil); e que a relação custo-benefício não compensa (pois se gasta muito tempo para coletar os dados). Por tudo isso, muitos autores, como THOMAS & RAYNAR (1997), CARRARO (1998) e ARAÚJO (2000), escolheram o “Modelo dos Fatores” como base para o desenvolvimento de suas pesquisas e observações em canteiros de obras, visando obter melhorias de produtividade na construção civil.

Mas a importância de se conhecer e melhorar continuamente a produtividade transcende o canteiro de obras. SOUZA (2006) cita, em seu livro, algumas de suas experiências pessoais que ilustram isso: utilização da produtividade para calcular o preço provável de um empreendimento no estudo de viabilidade, busca de concepções estruturais que viabilizassem os fatores indutores da boa produtividade, contratação de serviços baseada em custos previstos (estabelecendo parcerias justas

com subempreiteiros), rateio de custo de equipamentos de transporte, como grua entre construtora e subempreiteiro, graças ao grande benefício do uso desta quanto à sua produtividade.

Este mesmo autor sugere que as empresas adotem as seguintes etapas para fazer uma avaliação do nível em que se encontram, em relação à produtividade:

- Definição do escopo da avaliação.
- Levantamento de dados.
- Processamento dos mesmos.
- Análise das informações obtidas.
- Apresentação dos resultados.

Na definição do escopo da avaliação, as empresas deveriam definir quais serviços que desejam acompanhar. Usualmente recomenda-se acompanhar aqueles considerados críticos ao negócio, seja por relevância nos custos ou por possíveis impactos no prazo ou na qualidade final da obra.

A etapa seguinte, levantamento de dados, pode iniciar antes mesmo de se começar no campo o serviço que será acompanhado, pois algumas das fontes já estarão então disponíveis (por exemplo: projetos, planejamento, contratos). Quanto aos dados da RUP, para o recurso Hh (Homem-hora) na produtividade global usualmente utilizam-se as horas contabilizadas para a folha de pagamento (exceto horas prêmio), o cartão de ponto ou o relatório de catraca eletrônica. Já no caso de produtividade dos oficiais ou da equipe direta, utiliza-se algum levantamento feito no campo pelo encarregado da frente de serviço ou alguém designado para este fim. Para QS (Quantidade de Serviço), geralmente são feitos levantamentos prévios de quantidades nos projetos e verificado o seu grau de conclusão (%) em cada frente de serviço. CARRARO (1998) recomenda que esta verificação seja feita com base diária, caso o objetivo seja entender os fatores que influenciam a produtividade ao invés de simplesmente medi-la (neste outro caso, um levantamento por ciclo ou andar seria suficiente). THOMAS & YIAKOUMIS (1987) explicam que a coleta diária é a frequência ideal para a construção civil, pois a maioria dos fatores influenciadores da produtividade varia em base diária (por exemplo: absenteísmo, chuvas intensas, interferências com outros serviços). Portanto, outros dados que devem levantados diariamente, os quais muitas vezes são esquecidos (porém de suma importância para traçar quaisquer comparativos entre obras), são os dados relativos aos fatores que influenciam a produtividade. CARRARO (1998) sugere que o seu estudo seja dividido em três estágios:

- Identificação dos fatores.

- Quantificação dos fatores.
- Avaliação do quanto cada fator influencia a produtividade.

Exemplificando o primeiro estágio para o serviço de concretagem, DANTAS (2006) identificou como fatores influenciadores (através de entrevistas e alguns confirmados no levantamento de campo): dia da semana da concretagem, número de lajes no pavimento, pavimentos de execução da concretagem, relação kg de armação / volume do pilar, altura de vigas, relação % vigas invertidas / vigas totais, abatimento ou “slump” do concreto, número de vibradores na concretagem, período de execução de concretagem (manhã ou tarde), altura mediana de laje, tipo de acabamento da laje (sarrafeado ou desempenado), utilização de bomba e lança como equipamento de transporte para concretagem, adequação do “layout” do canteiro para acesso e manobra dos caminhões betoneira, antecedência com que o concreto é programado, utilização de nível a laser para nivelamento de lajes, distância da concreteira até a obra, entre outros.

O segundo estágio seria a quantificação destes fatores, para, posteriormente, no terceiro estágio, determinar comparativamente o quanto estes influenciaram individualmente a produtividade. Os três fatores principais enumerados por DANTAS (2006) foram, em ordem de importância: utilização de bomba e lança como equipamento de transporte para concretagem, período de execução de concretagem (manhã ou tarde), existência de “layout” do canteiro adequado para acesso e manobra dos caminhões betoneira. Desta maneira, fica evidente aos gestores da produção quais são os principais fatores influenciadores da produtividade para que ações imediatas possam ser tomadas em suas obras.

Devido à duração da etapa de levantamento, quase sempre as empresas fazem o processamento dos dados concomitantemente, ou, pelo menos, o iniciam.

O tipo de análise que será feita das informações obtidas depende dos objetivos do levantamento, definidos no início do processo. Pode variar de algo simples, para subsidiar tomada de decisão na frente de serviço, até complexos bancos de dados para basear orçamentos e planejamentos de futuras obras. Os principais períodos (RUP diária, semanal, mensal etc.), abrangências (RUP oficial, global etc.) e suas utilizações já foram discutidos no tópico anterior.

Em relação à última etapa, a apresentação dos resultados, SOUZA (2006) explana que, apesar de ser desejável utilizar planilhas (para formação de banco de dados) e apresentações eletrônicas, muitas vezes simples cálculos nos canteiros e apresentações verbais podem auxiliar uma rápida tomada de decisões na frente de

serviço. O autor lembra ainda que gráficos muitas vezes conseguem sensibilizar mais o ouvinte, em especial as pessoas mais simples que trabalham na produção.

Enfim, para que esta análise seja bem sucedida, é fundamental que a mesma tenha objetivos claramente definidos e que os recursos necessários para levantar, processar, analisar e apresentar os dados sejam efetivamente disponibilizados pelas empresas.

### 2.2.3 Tempo produtivo e tempo não produtivo

Seja qual for a produtividade escolhida para ser analisada, segundo SILVA (1986), ela dependerá da efetividade com que as equipes utilizam o seu tempo, ou seja, quanto do seu tempo é gasto com atividades que estejam diretamente ligadas à produção.

A autora menciona que a Figura 2.10 foi elaborada com base em um estudo realizado na década de 70, quando se observou que 23% do tempo total gasto era “não produtivo”, sendo mais de 90% dele causado por falhas no gerenciamento (falha de provisão de materiais nos lugares certos e nos tempo certos, falta ou erros no planejamento, falta de controle). SILVA (1986) cita ainda outros autores que chegaram a resultados semelhantes, nos quais o tempo total estava dividido em 1/3 como tempo “não produtivo” (interrupções desnecessárias, deslocamentos sem objetivos, refeições fora do horário etc.), 1/3 em tarefas auxiliares (manuseio, descarga, limpeza etc.) e 1/3 em atividades que estavam diretamente ligadas à produção.

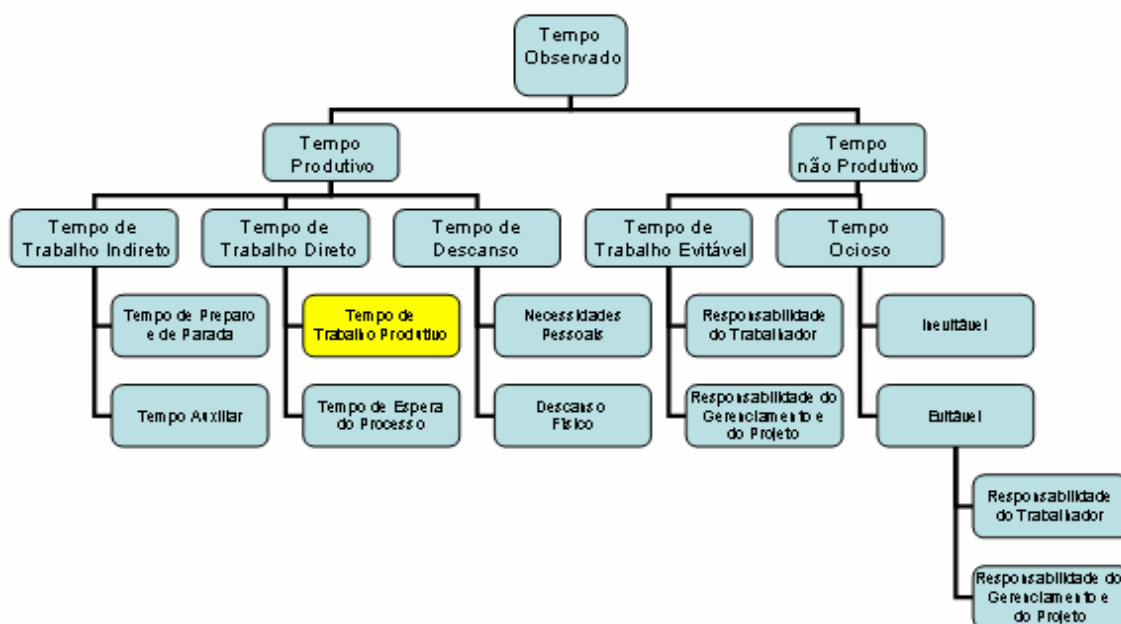


Figura 2.10 - Distribuição do tempo observado no trabalho da mão-de-obra, SILVA (1986)

Os anos passaram, porém os problemas parecem continuar os mesmos. Um estudo mais recente sobre produtividade na construção civil, feito no Reino Unido entre 1995 a 1997 pela BSRIA, mostrou uma média de 40% de ociosidade no dia de trabalho, devido a atrasos diversos (paradas, esperas, retrabalhos), conforme mostra Figura 2.11. O foco primário deste estudo foi a eliminação dos atrasos, nos quais a produção é nula, para redução do tempo improdutivo. Adicionalmente, também foram nele propostas ações para otimização do tempo produtivo, tais como controle de produtividade para redução da variabilidade de seus fatores e aplicação de “best practices” (estudo e implementação de práticas que tiveram êxito em obras anteriores).

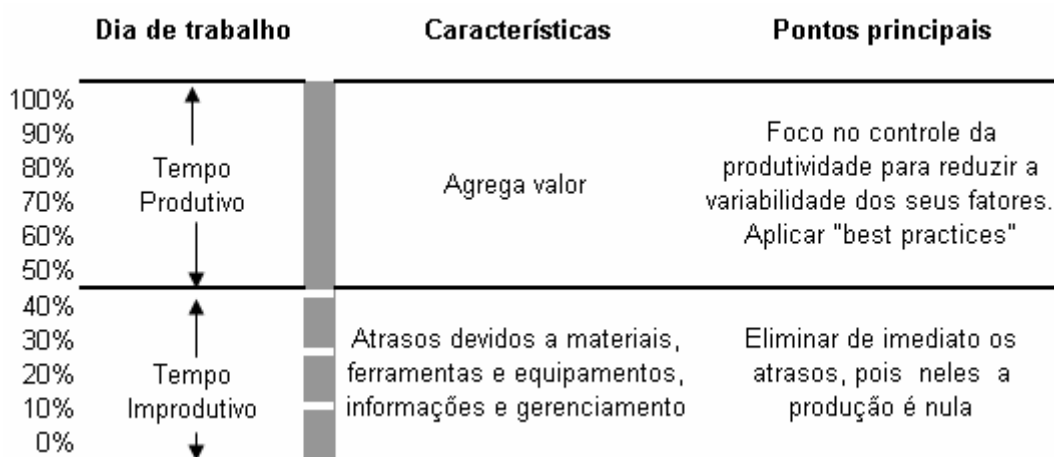


Figura 2.11 - Divisão de um dia típico de trabalho na construção civil, HAWKINS (2002)

Percentuais semelhantes também foram encontrados no Brasil. Em sua pesquisa, DANTAS (2006) cita autores que mencionam até 47% de ociosidade na jornada de trabalho. De qualquer forma, apesar de este percentual variar bastante em diversos estudos e autores, ele é extremamente significativo e as oportunidades de melhoria são evidentes.

Voltando ao estudo da BSRIA, os principais motivos dos atrasos listados eram, em ordem de importância, devido a interrupções dos serviços, demora para iniciar, restrição fictícia (acabar mais cedo uma atividade e ter que esperar para poder começar a seguinte), espera por materiais, equipamentos e ferramentas na frente de serviço, dúvidas em projetos ou especificações, restrição do serviço anterior (por exemplo, aguardando cura do revestimento), interferências com outros serviços, frente não liberada. Descobrir os motivos dos atrasos que geram consumos indevidos



de mão-de-obra e materiais e tentar trabalhar na eliminação dos mesmos é, para DANTAS (2006), o caminho para melhoria na produtividade na construção civil. CARRARO (1998), entretanto, alerta que a melhoria da produtividade a partir da eliminação dos atrasos possui a premissa de que necessariamente também ocorre aumento da produção (saídas), o que pode não ocorrer em alguns casos (por exemplo, a eliminação do atraso por falta de materiais não necessariamente melhora a produtividade, se o serviço permanecer paralisado devido a interferências com outros serviços). Mesmo assim, cabe mencionar algumas ações para eliminação destes problemas, sugeridas em um estudo da MCKINSEY (1998): desenvolvimento de projetos para a produção (com materiais padronizados e modulares), organização mais eficaz de funções e tarefas, uso mais intenso de equipamentos e postura ativa visando a diminuição de interferências e atrasos.

Tradicionalmente, para combater os atrasos, as empresas procuram entender, controlar ou melhorar a obra, quebrando-a nos menores elementos possíveis. HAWKINS (2002) explica que a maioria das práticas gerenciais, de contratação e metodologias executivas, usa esta mesma forma de análise, que inibe a comunicação e colaboração entre disciplinas, as quais estão cada vez mais especializadas e estanques, procurando satisfazer somente suas próprias necessidades ao invés dos objetivos do projeto. Por isso, ressalta a importância de se pensar “sistemicamente”, entendendo a obra como um todo, para poder aperfeiçoar as interfaces e interdependências entre os produtos e processos das diferentes disciplinas. São nelas que, segundo o estudo feito, estão as melhores oportunidades para melhoria da produtividade nas obras. Ao todo foram feitas 63 recomendações de boas práticas (“best practices”), focando essencialmente na eliminação dos atrasos (transformando todo o tempo disponível em tempo produtivo), para, num segundo momento, se otimizar o que está sendo produzido dentro do tempo produtivo. Dentre todas estas recomendações, as seguintes seriam as mais significativas para o contexto deste trabalho:

- Utilização da produtividade potencial como dado de entrada para o planejamento do serviço.
- Estabelecimento de metas de curto e médio prazo de produtividade pela gerência da obra, bem como seu monitoramento.
- Desenvolvimento de projeto e especificações que minimizem a quantidade de atividades na frente de serviço (priorizando pré-fabricação ou pré-montagem dos elementos).
- Racionalização da quantidade e tipos de elementos utilizados.

- Elaboração de contratos que remunerem também em termos de produtividade, inclusive de seu incremento e não apenas baseados em preços unitários ou globais.
- Minimização do número de níveis de subcontratações (proibir a “quarterização” dos serviços).
- Definição de rotas de acesso e distribuição o mais linear possível, tanto horizontal como verticalmente.
- Identificação e agrupamento dos materiais pelo fornecedor conforme necessidade da obra, de maneira a facilitar a sua distribuição no canteiro, evitando estoques intermediários (em edifícios, por exemplo, receber blocos de concreto para alvenaria em “pallets”, conforme andar de aplicação, para que não seja necessário abrir os “pallets” no térreo e selecionar quanto de cada tipo deve subir para cada andar).
- Criação de uma equipe específica ou de um horário fixo para receber, descarregar e estocar material na obra, para que não seja necessário parar a frente de serviço no meio de uma atividade.
- Estabelecimento de locais e horários para coleta de entulho, encorajando todos a manterem sua frente de trabalho sempre limpa e organizada.
- Coibição das “tradicionalis” horas extras de toda a equipe.

Cabe destacar esta última recomendação, pois ainda hoje é forte, em muitas empresas, a cultura de que a produtividade melhora com o incremento de algumas horas extras na jornada semanal. A Figura 2.12 mostra as horas extras como um dos fatores (indiretos) influenciadores da produtividade, segundo o “Modelo dos Fatores” (explicado anteriormente).

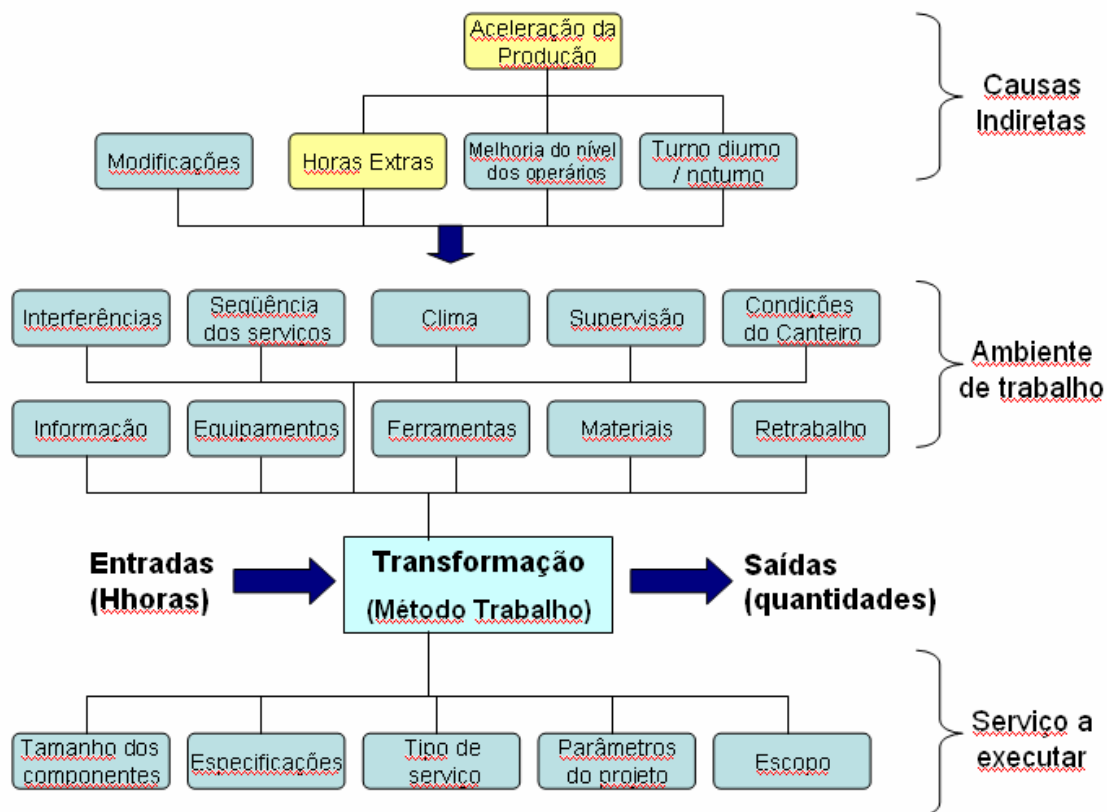


Figura 2.12 - Principais fatores influenciadores, segundo “Modelo dos Fatores”, THOMAS & RAYNAR (1997)

Esta questão polêmica (utilizar ou não horas extras sistematicamente), defendida por alguns e criticada por outros, foi tema de diversos estudos, entre eles o de THOMAS & RAYNAR (1997), que compreendeu 121 semanas de observação da produtividade em quatro obras industriais.

Os autores chegaram a um resultado que mostrou perdas de eficiência de 10% a 15% em semanas com 50h a 60h trabalhadas, em comparação a semanas de 40h, sem horas extras. Estas perdas aumentavam na medida em que mais dias por semana eram trabalhados. Suas causas foram classificadas em 3 grupos: falhas no gerenciamento (interferências, serviços fora da seqüência, falha de supervisão), retrabalhos (modificações ou erros de execução) e deficiência de recursos (falta de materiais, ferramentas, equipamentos ou informações). Esta última foi a mais claramente afetada pelo aumento do número de dias (ou horas) trabalhados na semana. THOMAS & RAYNAR (1997) explicam que o aumento de 40h para 60h semanais representou um incremento de 50% na mão-de-obra, porém não necessariamente 50% de redução do prazo; pois para que isso ocorresse todo o sistema deve ter o mesmo incremento: materiais precisariam chegar 50% mais rápido, equipamentos seriam utilizados 50% mais e talvez alguns equipamentos extras

fossem necessários, a quantidade de dúvidas de projeto na semana aumentaria em 50% etc. Caso todas estas condições não fossem satisfeitas, certamente as horas extras piorariam a produtividade, ao invés de melhorá-la.

Os autores observaram, ainda neste estudo, que variações freqüentes no ritmo de produção, ou seja, aumentos e diminuições periódicas da jornada semanal, também se mostraram prejudiciais para a produtividade. A conclusão geral deles foi que, com o incremento de horas trabalhadas na semana, houve perda de eficiência devido à inabilidade de providenciar um aumento de outros recursos na mesma proporção.

### **2.2.4 Produtividade do serviço de alvenaria**

Para se ter idéia da importância da alvenaria em uma edificação, ARAÚJO (2000) cita em sua dissertação que as vedações verticais representam de 3,5% a 8% do custo total de construção de edifícios habitacionais e comerciais e que a mão-de-obra perfaz aproximadamente metade deste custo. Além da importância econômica, este autor cita ainda a importância da alvenaria sob a ótica da qualidade, por esta anteceder e servir de gabarito para os demais serviços: revestimentos, instalações e acabamentos. CARRARO (1998) acrescenta ainda o fato de este serviço ser utilizado maciçamente, em nível mundial, graças às suas características de simplicidade, resistência e durabilidade.

De acordo com o exposto nos tópicos anteriores, produtividade do serviço de alvenaria poderia ser definida como a eficiência da transformação de recursos em serviço de alvenaria. Após relembrar a fórmula proposta por SOUZA (2006), RUP (Razão Unitária de Produção) = “Recurso” / “Quantidade de Serviço”, faz-se necessário entender como eles são definidos para cálculo da produtividade deste serviço.

A quantidade de serviço de alvenaria é uma composição de diversas etapas de execução, as quais são enumeradas a seguir de forma genérica, conforme ARAUJO (2000):

- Execução de chapisco na estrutura de concreto (em contato com a alvenaria).
- Identificação do ponto mais alto da laje, que será a referência de nível para a cota da primeira fiada.
- Determinação da posição de cada parede a partir dos eixos transportados para o andar.
- Assentamento da primeira fiada (conhecida como marcação).

- Execução de galgas nas fiadas na face dos pilares, para fixação dos ferros-cabelo.
- Assentamento das demais fiadas (denominadas elevação), iniciando nas extremidades e utilizando linha de nylon para referência de alinhamento e nivelamento dos blocos intermediários.
- Colocação de vergas e contra-vergas onde previstas (pré-moldadas ou preenchendo-se blocos tipo canaleta).
- Execução da fixação da última fiada na viga ou laje acima da mesma.

Muitos autores pesquisados, porém, visando facilitar a coleta e análise de dados, dividem o serviço de alvenaria em apenas três etapas distintas: marcação (por m), elevação (por m<sup>2</sup>) e fixação (por m). Todavia, como simplificação, também é possível fazer o acompanhamento da quantidade de serviço apenas em m<sup>2</sup> total executado (marcação e elevação), permitindo-se, desta maneira, o uso de uma unidade comum de mensuração. Neste trabalho foi utilizada esta simplificação devido ao foco principal ser levantar os principais fatores que afetem a produtividade global (e como eles podem ser mitigados através do gerenciamento de riscos) e não a obtenção de detalhes das produtividades de cada uma das etapas. Cabe ainda mencionar que a última etapa (fixação) não foi considerada no levantamento, por ocorrer em um período distinto dos demais e por demandar uma quantidade muito pequena de mão-de-obra em relação às outras duas etapas. Muitas vezes é feita inclusive junto com outro serviço (por exemplo, a fixação externa foi feita pela empresa que executará o revestimento de fachada), semanas após a execução das etapas anteriores.

Sendo a mão-de-obra representativa da produtividade total do serviço, pode-se medir o recurso através do apontamento das horas trabalhadas (Hh Homem-hora) em cada uma das etapas acima explicadas ou de forma única, caso não haja separação das mesmas. Finalmente, aplicando-se a fórmula  $RUP = Hh / QS$ , chega-se à produtividade do serviço de alvenaria em “Homem-hora por metro quadrado de alvenaria”. Mas como saber se o valor obtido está bom ou ruim? Como comparar uma obra com outra?

Respondendo à primeira pergunta, é fundamental que alguns parâmetros básicos de cada obra sejam conhecidos para não se chegar a conclusões equivocadas, uma vez que os mesmos influenciam diretamente a produtividade. Eis algumas perguntas para caracterizá-los:

- As paredes são longas ou curtas, altas ou baixas?
- Qual a quantidade e tipo de aberturas?
- Existem vergas pré-moldadas ou moldadas in-loco em vãos de portas e janelas?

- Qual o tamanho e peso dos componentes?
- Existe projeto para produção?
- São utilizados elementos compensadores (peças de menores dimensões para ajustar a paginação das paredes sem necessidade de cortar elementos maiores)?
- Qual o tipo de amarração dos blocos (junta a prumo, amarrada etc.)?
- É feito o preenchimento da junta vertical?
- Há cintamentos (preenchimento de pilaretes ou blocos canaletas)?
- Qual a densidade de paredes e angulação dos cantos?
- Quais equipamentos e ferramentas serão utilizados?

Conhecer a influência destes parâmetros na produtividade auxilia os projetistas a projetarem estruturas que possam ser construídas com maior eficiência e permite aos construtores estimar, planejar e gerenciar melhor a execução de suas alvenarias. Permite ainda conhecer antecipadamente muitos possíveis riscos a serem enfrentados, de modo a se ter tempo hábil para pensar em soluções para mitigá-los. ARAÚJO (2000) menciona alguns deles em sua tese: paralisações do elevador, rotatividade dos funcionários, dificuldade de gestão, falta de ferramentas, falência do subcontratado.

Com objetivo de criar uma metodologia para identificação e quantificação dos principais fatores influenciadores da produtividade do serviço de alvenaria relacionados a parâmetros das obras, SANDERS & THOMAS (1991) realizaram, entre 1986 e 1988, uma pesquisa em 11 obras na região central do estado da Pensilvânia, Estados Unidos. A idéia básica dos autores foi que, uma vez eliminadas as anormalidades e dias de pico (que representaram por volta de 20% do total de dias da pesquisa), a produtividade média poderia ser prevista com base nestes parâmetros. As principais anormalidades identificadas neste estudo foram:

- Evento climático (frio excessivo, neve, vento).
- Congestionamento ou interferência com outras atividades.
- Seqüência e reprogramação das atividades.
- Estoque inadequado de materiais.
- Falta de materiais.
- Retrabalhos.
- Ferramentas ou equipamentos não adequados ou em número insuficiente.
- Acidentes.
- Falta de supervisão.
- Excesso de pessoal ou balanceamento inadequado (oficial/ajudante) da equipe.

- Tempo de re-mobilizações devido a paralisações.

Os autores listaram também as principais características das obras que influenciavam a produtividade da alvenaria e as agruparam segundo alguns fatores principais, conforme Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Fatores influenciadores da produtividade de alvenaria segundo características das obras, SANDERS & THOMAS (1991)

| Fator  | Características da Obra   |
|--|---|
| Dificuldade do serviço                       | Andar tipo (repetitivo, feito diretamente sobre a laje, com pouco andaime e distribuição de material simples)<br>Fachada (mais difícil execução, uso intensivo de andaimes, necessário mais recurso para distribuição do material)<br>Outras estruturas (não repetitivas, por exemplo: periferias)  |
| Item construído                              | Fundações<br>Paredes externas, inclusive baldrames<br>Paredes internas<br>Paredes do núcleo central (na região do elevador e escadas)<br>Elementos decorativos<br>Suporte para coberturas, ático e parapeitos<br>Arremates e finalização (muito do tempo gasto com retirada de andaimes e limpeza)  |
| Caracterização da principal atividade do dia | Dia normal<br>Movimentação de andaimes acima da média diária prevista<br>Recebimento e organização de materiais (geralmente para iniciar um novo andar)<br>Paredes duplas (bloco interno e tijolinho externo), executadas simultaneamente   |
| Exigências específicas                       | Cortar blocos para acerto da paginação ou para última fiada<br>Estruturas temporárias, por exemplo: montagem de arcos<br>Difícil acesso ou logística, áreas confinadas<br>Controle rígido da qualidade<br>Vergas extensas pré-fabricadas (auxílio para içar e fixar)<br>Cantos que não sejam em ângulo reto<br>Parede dupla ou tripla, por exemplo: muros de arrimo<br>Paredes compridas com poucas aberturas ou cantos |

|       |  |
|-------|--|
| Clima | Temperaturas altas, médias ou baixas<br>Umidades altas, médias ou baixas |
|-------|--|

Cabe alertar que, como a Tabela 2.6 deve ter sido criada pelos autores apenas com base nas obras estudadas, é possível que a mesma não seja adequada para classificar todas as obras. Isso fica exemplificado em uma pesquisa posterior de THOMAS, agora juntamente com RAYNAR (1997), que enumerou outros fatores influenciadores da produtividade no serviço de alvenaria: tamanho da equipe, relação oficial/servente, absenteísmo, quantidade executada por tipo de serviço, tipo de serviço e detalhes relevantes de projeto, ocorrências climáticas extremas, atrasos, disponibilidade de materiais e equipamentos, interferências, seqüência de serviços, retrabalhos, quantidade de horas normais e extras trabalhadas no dia e se o encarregado auxilia no trabalho ou apenas fiscaliza. Citando pesquisas de outros autores, CARRARO (1998) poderia acrescentar a esta lista: organização da produção, planejamento do transporte vertical, problemas na relação patrão-empregado, rotatividade, treinamento da mão-de-obra e estocagem e distribuição de materiais inadequada. Recomenda-se, portanto, que a tabela de classificação seja adaptada com base no tipo de obra que cada empresa esteja executando, ou vá executar, para inclusão de novas classificações e exclusão daquelas que não sejam pertinentes.

Também é recomendado que não seja examinado um único fator isoladamente, pois há sempre diversos fatores influenciando a produtividade simultaneamente. Segundo SANDERS & THOMAS (1991), esse é um dos principais problemas de estudos sobre produtividade feitos anteriormente. Os autores mencionam ainda outros problemas comuns nestes estudos, a saber: pré-julgamento de qual será o principal fator influenciador e, portanto, é dado foco exclusivo nele na pesquisa, desprezando-se os demais; estudo dos efeitos destes fatores apenas na produtividade cumulativa, não mostrando o quanto a produtividade diária varia; a não existência de procedimentos padronizados para coleta de dados (cada obra acaba coletando os dados do seu jeito).

Para responder à segunda pergunta (como comparar uma obra com outra?) SOUZA (1997) explica que a dificuldade de executar uma quantidade unitária de um serviço varia em função de inúmeras razões: sistema adotado, tipo de elemento, dimensões dos componentes, entre outros, e sugere a definição de uma “condição padrão” para a qual qualquer quantidade de serviço poderia ser transformada com o uso de fatores de conversão. A maioria dos autores pesquisados também propõe a utilização de uma unidade “equivalente” para a alvenaria, para a qual todas as produtividades de



diferentes obras poderiam ser convertidas. SANDERS & THOMAS (1991) propõem a utilização do tipo mais comum de alvenaria entre as obras que pesquisaram, a alvenaria de bloco de concreto de 8x8x16 polegadas (ou 20x20x40cm), como “padrão”. Para a conversão dos diferentes tipos de materiais ou dimensões dos elementos ou de dificuldades específicas de alguns projetos para este “padrão”, os autores sugerem a utilização de alguns manuais de orçamentos, que indicam índices por área construída para cada um dos tipos de alvenaria (o quociente entre o índice proposto por estes manuais para a alvenaria em análise e para a alvenaria “padrão” seria o fator de conversão). Por exemplo, se uma alvenaria que utiliza um tipo mais pesado de bloco que o “padrão” possuir um índice duas vezes maior, o fator de conversão entre os dois tipos de alvenaria seria 2, ou seja, gasta-se o dobro de recurso para executar a mesma quantidade de serviço.

Os autores puderam constatar que os fatores de conversão variavam em função da área da face para tijolos (que são elementos de dimensões máximas até 25x12x5,5cm) e em função do peso para blocos (que são elementos com dimensões superiores às do tijolo).

As principais conclusões desta pesquisa de SANDERS & THOMAS (1991) foram:

- Dados de projetos diferentes podem ser consolidados para obtenção de resultados estatisticamente válidos, desde que haja padronização na coleta de dados e conversões adequadas para um mesmo tipo de alvenaria “padrão”.
- Repetitividade em projetos podem melhorar a produtividade em até 30%.
- Projetos com “layout” complicado ou que exijam excessiva quantidade de corte em blocos podem piorar a produtividade em até 40%.
- Não puderam ser determinados com precisão neste estudo os efeitos do clima (variações de temperatura e umidade) sobre a produtividade. Estudos posteriores dos autores mostraram perdas de 30% a 40% devido à neve e baixas temperaturas.

Com base no exposto ao longo deste capítulo, pode-se compreender como é amplo o estudo da produtividade, uma vez que existem diversos modelos teóricos e formas de medição e diferentes opiniões a respeito de cada um. Para a escolha do modelo mais adequado, segundo CARRARO (1998), deve-se considerar três aspectos essenciais:

- Relações entre vantagens e desvantagens de cada modelo.
- Utilidade dos resultados para a gestão da produção.
- Custos e facilidade para coleta e análise dos dados.

Por isso, para a construção civil em geral, recomenda-se a utilização do “Modelo dos Fatores”, uma vez que o mesmo foi concebido especificamente para esta indústria e atende satisfatoriamente a todos os aspectos acima. E, para o acompanhamento da produtividade de alvenaria, sugere-se a adoção de procedimentos padronizados para coleta de dados, o uso de fatores de conversão para transformar os dados em quantidades equivalentes (caso necessário) e a identificação e análise dos fatores que afetem significativamente a produtividade.

### 3. Pesquisa de campo e entrevistas

---

Os objetivos principais da realização de uma pesquisa de campo foram:

- Levantar dados reais de uma obra de referência para comparar com a teoria anteriormente apresentada.
- Aprender com a experiência de profissionais que atuam em obras há anos.

A obra de referência escolhida para o levantamento de dados foi o “Condomínio Praça Villa Lobos”, um conjunto residencial de alto padrão construído pela HOCHTIEF do Brasil no bairro de Alto de Pinheiros, cidade de São Paulo. O prazo de construção do empreendimento, composto de 216 unidades (uma por andar, variando de 278m<sup>2</sup> a 450m<sup>2</sup> dependendo do modelo, totalizando cerca de 120.000m<sup>2</sup> de área construída), de praça arborizada e de um clube privativo, foi de 45 meses. Todas as nove torres possuem dois níveis de garagens subterrâneas e vinte e cinco pavimentos (vinte e três andares tipo e um duplex). A Figura 3.1 mostra uma perspectiva do empreendimento concluído.



Figura 3.1 - Perspectiva do empreendimento concluído

Algumas características adicionais da obra são:

- Fundação das torres em estacas encamisadas de grande diâmetro (1,50m) de concreto moldado in-loco, com engaste em rocha.
- Fundação das periferias e clube em estacas pré-fabricadas de concreto e perfis metálicos.

- Estrutura reticulada de concreto armado com lajes planas, vigas perimetrais e núcleo central com caixa de escada e de elevadores.
- Vedações verticais em bloco de concreto com revestimento interno e externo argamassado.
- Esquadrias em alumínio com isolamento acústico.
- Acabamentos finos em mármore italiano e nacional, porcelanato e cerâmicas, gesso liso e tacos de madeira.

O serviço escolhido para o levantamento de dados foi a alvenaria, pelos seguintes motivos:

- Ser um serviço com alto consumo de mão-de-obra, a qual representa cerca de metade do custo total orçado do serviço.
- Sua produtividade não é afetada pela interferência de outros serviços; sua única restrição era a estrutura, que sempre seguiu à frente.
- Sua produtividade afeta todos os demais serviços (revestimentos, instalações, esquadrias etc.), uma vez que faz parte do caminho crítico do cronograma. Portanto seria fundamental que pelo menos a produtividade planejada fosse alcançada.
- Possui um ciclo bem definido, de uma semana por andar, havendo, após a primeira semana, sempre serviços de marcação e elevação ocorrendo simultaneamente em andares diferentes, o que permitiu comparar as produtividades diárias totais da equipe.
- Existiam dados históricos de mais de um ano de execução deste serviço em seis torres, com três empresas diferentes.
- O serviço ia ser iniciado na sétima torre (denominada 2G nos projetos) no momento do início desta pesquisa.
- Possibilidade de fazer o acompanhamento de campo em menos de trinta minutos diários (recomendação de THOMAS & RAYNAR (1997), pois, segundo os autores, o ganho com um detalhamento mais minucioso da informação para tomada de decisão muitas vezes não compensa o gasto de adicional de recursos).
- Possibilidade de aferição dos índices utilizados no orçamento da obra.

Voltando à caracterização da obra, a mesma poderia ser melhor detalhada especificamente para o serviço de alvenaria, através das seguintes informações:

- Existência de projeto de produção para alvenaria, com elevação de cada parede, além de detalhamentos como tela metálica (fixada por tiro) para ancoragem das

paredes nos pilares e exigência de preenchimento de todas as juntas verticais, por exemplo.

- Os blocos de concreto foram entregues na obra em “pallets”, içados em sua maioria por grua até o andar de aplicação. Para transporte nos últimos andares, quando a grua já havia sido desmobilizada, utilizou-se um elevador de cremalheira.
- Foi utilizada argamassa de assentamento industrializada e ensacada, preparada com misturadores de eixo horizontal nos andares onde estava sendo executada a alvenaria.
- A empresa que obteve melhor desempenho utilizava caixotes de metal com altura regulável para estoque de argamassa na frente de serviço, bisnaga, nível alemão e escantilhão. A empresa de pior desempenho utilizava caixa de madeira no chão, colher de pedreiro e nível de bolha. Portanto não foi nenhuma surpresa suas produtividades serem tão distintas.
- A densidade de paredes ( $m^2$  de alvenaria /  $m^2$  de área do pavimento) que, segundo ARAÚJO (2000), dá uma idéia do congestionamento de paredes existentes no pavimento, era de  $560,27m^2 / 349,95m^2 = 1,60$ ; portanto, dentro dos parâmetros “normais” entre 1,3 e 2, de acordo com CARRARO (1996).
- A relação percentual de blocos inteiros em  $m^2 / m^2$  total do pavimento =  $4.775 \text{ blocos} \times 0,0741m^2 = 353,83m^2 / 560,27m^2 = 63,2\%$

A pesquisa de campo possui quatro partes distintas. Na primeira parte, foi feita uma entrevista com os especialistas em alvenaria (ou executores) para enumerar os principais fatores que podem atrapalhar a obtenção da produtividade planejada do serviço de alvenaria, estimando-se também sua probabilidade de ocorrência e a gravidade de suas conseqüências, bem como propondo ações de prevenção ou de resposta aos mesmos.

Na segunda parte foi feito um acompanhamento diário da produção do serviço de alvenaria em uma torre e do respectivo efetivo da empresa subcontratada. A partir destes dados foram calculadas as produtividades diárias, cumulativa e potencial. Também foram registradas todas as anormalidades ou ocorrências fora da rotina para comparação com as produtividades diárias para correlacioná-las aos dias de boa e má produtividade.

Na terceira parte foi calculada a produtividade cumulativa de outras torres da obra para comparação com os dados obtidos na segunda parte.

Na quarta parte foi feita uma pesquisa Delphi com os “tomadores de decisão” (gerentes e diretores) para selecionar as melhores ações de prevenção ou de resposta aos riscos considerados inadmissíveis (enumeradas pelos especialistas na primeira parte), conforme relação custo-benefício, bem como para obter consenso de quais seriam eventualmente por eles implementadas.

### **3.1 Entrevista com especialistas (executores)**

Para se conhecer a experiência de profissionais que atuam em obras há anos (os especialistas ou executores de alvenaria), foi escolhida a técnica da entrevista. Nela, o entrevistado expressa, face a face, sua opinião ou experiência sobre determinado assunto ou problema.

DANTAS (2006) classifica as entrevistas em três tipos: estruturadas, semi-estruturadas e não-estruturadas. Segundo a autora, entrevista estruturada possui um roteiro e perguntas pré-determinadas, não havendo liberdade de alterar os tópicos nem de incluir novas questões ao longo da mesma. Devido a esta padronização das perguntas, todas as diferenças serão devidas às respostas dos entrevistados, o que facilita a comparação entre as mesmas. A entrevista semi-estruturada também possui um roteiro e perguntas pré-determinadas; porém nela existe a flexibilidade de se inserirem mais perguntas ou informações do que as previamente estabelecidas, dando maior liberdade ao entrevistado para expressar sua opinião. Já na entrevista não-estruturada geralmente é feita uma introdução do tema em questão pelo entrevistador, deixando-se em seguida que o entrevistado fale livremente sobre o assunto, sendo eventualmente feitas algumas perguntas adicionais, ao longo da conversa. Este tipo dá liberdade total ao entrevistado para expressar sua opinião.

Para este trabalho foram inicialmente realizadas entrevistas individuais não-estruturadas com os especialistas que trabalhavam nas três equipes de produção da obra “Condomínio Praça Villa Lobos” para listar os principais riscos potenciais que pudessem comprometer a obtenção da produtividade planejada no serviço de alvenaria, os quais foram listados na Tabela 3.1 (em ordem alfabética).

Tabela 3.1 - Principais riscos para produtividade da alvenaria

|    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 1  | <b>Absenteísmo</b> (falta de empregados)                   | 19 | <b>Falta de planejamento</b>                                  |
| 2  | <b>Acidentes</b>   | 20 | <b>Falta de procedimento</b>                                  |
| 3  | <b>Andaime difícil montagem /</b><br>desmontagem           | 21 | <b>Falta de treinamentos</b> pessoal<br>desqualificado        |
| 4  | <b>Clima</b> - Chuva, frio, vento, etc                     | 22 | Falta ou dificuldade para <b>acesso</b> ao<br>canteiro        |
| 5  | <b>Conflitos contratuais</b> entre as partes               | 23 | <b>Fiscalização deficiente</b>                                |
| 6  | <b>Custo</b> (valor contratual) <b>baixo</b>               | 24 | <b>Frentes de serviço não liberadas</b>                       |
| 7  | Dificuldade no <b>transporte</b> de <b>material</b>        | 25 | <b>Greve</b>  |
| 8  | <b>Erro de locação</b> (topografia)                        | 26 | <b>Indisponibilidade</b> recursos <b>financeiros</b>          |
| 9  | <b>Estoque intermediário</b> , transporte<br>desnecessário | 27 | <b>Ineficiência</b> dos subempreiteiros                       |
| 10 | <b>Falência</b> de subcontratada                           | 28 | <b>Localização</b> ou quantidade de <b>sanitários</b>         |
| 11 | <b>Falhas de comunicação</b>                               | 29 | Modificações de projetos<br><b>(personalizações)</b>          |
| 12 | <b>Falhas no projeto</b>                                   | 30 | <b>Motivação</b> dos funcionários (atraso no<br>pagamento)    |
| 13 | <b>Falta de água</b>                                       | 31 | <b>Prazo</b> contratual maior que planejado<br><b>(folga)</b> |
| 14 | <b>Falta de argamassa</b>                                  | 32 | <b>Quebra</b> de <b>elevador</b> ou grua                      |
| 15 | <b>Falta de blocos</b> (falha na <b>programação</b> )      | 33 | <b>Restrição</b> do <b>horário</b> de trabalho 8h-20h         |
| 16 | <b>Falta de blocos</b> (atraso na entrega)                 | 34 | <b>Retrabalhos</b>  |
| 17 | <b>Falta de energia</b>                                    | 35 | <b>Tecnologia</b> de execução <b>obsoleta</b>                 |
| 18 | <b>Falta</b> de ou <b>iluminação</b> deficiente            |    |   |

A partir destas informações foram elaborados os questionários para realização das entrevistas estruturadas, nas quais os especialistas foram agrupados conforme sua função na obra: engenheiros de produção, mestres e técnicos em edificações. Esta opção (entrevistar grupos ao invés de individualmente cada profissional) foi devida ao desejo de se chegar a um consenso dentro de cada grupo para poder comparar as respostas de cada grupo aos demais. Foram raros os casos em que houve demora em se chegar a um consenso ou em que as respostas dos especialistas, dentro de cada grupo, não tenham sido parecidas.

A expectativa inicial era de haver uma grande variação entre as respostas de cada grupo, devido à diferente formação e à visão específica de cada um deles sobre os problemas de alvenaria, por desempenhar diferentes funções dentro do mesmo processo. Foram avaliadas por eles a frequência de ocorrência e a gravidade das conseqüências de todos os riscos listados, utilizando-se uma escala logarítmica proposta por CIRIA (2002), apresentada nas Tabelas 2.2 e 2.3. Esta escala foi escolhida para que a diferença entre as opções de resposta fosse mais significativa, de modo a destacar as mais importantes. Foi feita ainda uma terceira classificação

nomeada “solucionabilidade”, ou facilidade de solucionar o problema (corrigir os danos ou evitar a ocorrência do risco), utilizando-se uma escala numérica. Esta terceira classificação serviu como critério de desempate, pois havia uma expectativa (que foi confirmada) de que grande parte das respostas dos especialistas nos outros dois critérios fosse “coluna do meio”.

Os engenheiros tiveram uma maior tendência de classificar a gravidade dos riscos na “coluna do meio” com 60% das respostas, seguidos por 54% dos técnicos, contra apenas 37% dos mestres. Já na frequência, a “coluna do meio” não foi a mais escolhida por nenhum grupo. Porém os mestres (talvez por ficar mais tempo por dia no campo que os demais), classificaram 46% dos problemas como freqüentes ou prováveis, contra 31% dos engenheiros; os técnicos novamente ficaram entre ambos, com 34%. Cabe ainda destacar que, segundo os mestres, na terceira classificação (“solucionabilidade”), 69% dos problemas são facilmente solucionáveis ou sem importância contra apenas 26% para os engenheiros; os técnicos mais uma vez ficaram entre ambos, com 43%.

A multiplicação das três classificações gerou um valor, denominado nível de risco, que serviu de parâmetro comparativo para ordenar os riscos e determinar os mais significativos.

A Figura 3.2 mostra um exemplo dessa classificação para o risco “absenteísmo”. Ele foi classificado como “freqüente” = 100 pontos, de gravidade “marginal” = 0,1 ponto e de “difícil” solução = 8 pontos. A multiplicação destas 3 classificações (100 x 0,1 x 8 = 80 pontos) gerou o seu nível de risco, através do qual todos os riscos foram posteriormente ordenados. As respostas completas dos 3 grupos encontram-se no Anexo A1.

| N | Risco                             | "Frequência"    |        |           |       |            | "Gravidade" ou horas perdidas |          |            |       |          | "Solucionabilidade" ou facilidade de solucionar (dias) |          |       |           |          | Ranking |
|---|-----------------------------------|-----------------|--------|-----------|-------|------------|-------------------------------|----------|------------|-------|----------|--|----------|-------|-----------|----------|---------|
|   |                                   | Específico Obra |        |           |       |            | Geral para SP                 |          |            |       |          | Geral para SP  |          |       |           |          |         |
|   |                                   | semanal         | mensal | semestral | anual | não ocorre | > 7 dias                      | < 7 dias | 1 a 2 dias | horas | < 1 hora | > 3 dias   | < 3 dias | 1 dia | < 4 horas | < 1 hora |         |
| 1 | Absenteísmo (falta de empregados) | 1               |        |           |       |            |                               |          |            |       |          |  |          |       |           |          | 80      |

Figura 3.2 - Exemplo de classificação de risco para cálculo do nível de risco (ranking)



Para facilitar a visualização destas respostas, foi gerada uma matriz de classificação de riscos para cada grupo entrevistado, conforme proposto por NADOLNY (2005) e por CIRIA (2002), as quais encontram-se no Anexo A2. Na matriz de cada grupo, todos os 35 riscos da Tabela 3.1, enumerados pelos especialistas, foram inseridos na quadrícula correspondente à sua avaliação (frequência de ocorrência nas linhas e gravidade das conseqüências nas colunas). Como exemplo, foi copiada, na Figura 3.3, a matriz gerada para o grupo de mestres.

| MESTRES                 | Catastrófico (100)              | Crítico (10)                          | Sério (1)  | Marginal (0,1)  | Irrisório (0,01)                             |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| <b>Frequente (100)</b>  | 26-Indisponibilidade Financeira | 19-Falta Planejamento, 30-Motivação   | 1-Absenteísmo, 6-Custo Baixo, 9-Estoque Intermediário, 28-Localização Sanitários | 18-Falta Iluminação, 34-Retrabalhos                       | 3-Montagem Andaime                           |
| <b>Provável (10)</b>    |                                 |                                       | 16-Falta Bloco (Atraso Entrega), 21-Falta Treinamento, 25-Greve, 27-Ineficiência | 29-Personalizações  | 12-Falha Projeto                             |
| <b>Ocasional (1)</b>    | 2-Acidentes                     | 5-Conflito Contratual, 8-Erro Locação | 11-Falha Comunicação   | 4-Clima, 24-Frente não Liberada, 32-Quebra Elevador       |  |
| <b>Remota (0,1)</b>     |                                 |                                       | 15-Falta Bloco (Programação), 17-Falta Energia                                   | 13-Falta Água, 31-Folga Prazo                             |  |
| <b>Improável (0,01)</b> | 10-Falência                     |                                       | 33-Restrição Horário, 35-Tecnologia Obsoleta                                     | 14-Falta Argamassa, 22-Acesso, 23-Fiscalização Deficiente | 7-Transporte Material, 20-Falta Procedimento |

Figura 3.3 - Exemplo de matriz de classificação de riscos

Posteriormente foram feitas comparações entre os diversos grupos de especialistas para verificação do grau de variação das respostas. Ele foi calculado através da soma das diferenças (em valor absoluto) de posição de cada risco no ranking de cada grupo. Por exemplo, o primeiro risco listado alfabeticamente (absenteísmo) ficou na 5ª posição de importância para os engenheiros, na 6ª posição para os mestres e na 12ª posição para os técnicos em edificações. A diferença foi de 1 posição ou ponto entre engenheiros e mestres, de 7 pontos entre engenheiros e técnicos e de 6 pontos entre mestres e técnicos. A soma total destas diferenças entre os grupos dos engenheiros e mestres foi de 326 pontos. Comparando-se este total com a máxima diferença possível (que seria de 612 pontos - na qual o primeiro risco seria comparado com o último gerando 34 pontos de diferença, o segundo com o penúltimo gerando 32 pontos etc.), obtém-se 53% de discordância (ou 47% de concordância)

entre as respostas destes dois grupos. Da mesma forma, comparando-se o grupo dos engenheiros ao dos técnicos em edificações, obtém-se 41% de discordância (ou 59 % de concordância); e destes últimos com os mestres obtém-se 50% de discordância (ou 50% de concordância). Portanto, pode ser confirmado que a visão de engenheiros dentro do processo está mais próxima à dos técnicos em edificações do que à dos mestres. A comparação completa das respostas dos 3 grupos encontra-se no Anexo A3. Na Tabela 3.2 é apresentado o seu resumo.

Tabela 3.2 - Resumo do comparativo entre respostas dos engenheiros, mestres e técnicos e grau de discordância e concordância entre as mesmas

| <b>COMPARATIVO ENTRE GRUPOS</b> |                 |                  |               |                      |
|---------------------------------|-----------------|------------------|---------------|----------------------|
| <b>ENG:MEST</b>                 | <b>ENG:TECN</b> | <b>MEST:TECN</b> | <b>MÁXIMO</b> |                      |
| <b>326</b>                      | <b>252</b>      | <b>304</b>       | <b>612</b>    | Total de Pontos      |
| 53%                             | 41%             | 50%              | 100%          | Grau de Discordância |
| 47%                             | 59%             | 50%              | 0%            | Grau de Concordância |

O último passo foi calcular o valor médio do nível de risco das respostas dos três grupos para criação de um ranking geral, mostrado na Tabela 3.3. Nele, os riscos cujo nível de risco fosse maior ou igual a 100 pontos foram classificados como inadmissíveis (para os quais são prioritárias as ações de resposta); menor que 100 pontos e maior ou igual a 1 ponto como indesejáveis (para os quais são recomendáveis as ações de resposta); menor do que 1 ponto e maior ou igual a 0,01 ponto como toleráveis (para os quais são opcionais as ações de resposta) e abaixo de 0,01 ponto como desprezíveis (para os quais são desnecessárias as ações de resposta).

Tabela 3.3 - Ranking geral do nível de risco

| N  | Risco  | Pontos | Necessidade de Ação de Resposta |
|----|--|--------|---------------------------------|
| 29 | Modificações de projetos ( <b>personalizações</b> )          | 33.668 | Prioritária                     |
| 6  | <b>Custo</b> (valor contratual) <b>baixo</b>                 | 27.100 | Prioritária                     |
| 26 | <b>Indisponibilidade</b> de recursos <b>financeiros</b>      | 16.950 | Prioritária                     |
| 11 | <b>Falhas de comunicação</b>                                 | 3.336  | Prioritária                     |
| 30 | <b>Motivação</b> dos funcionários (atraso no pagamento)      | 1.043  | Prioritária                     |
| 19 | <b>Falta de planejamento</b>                                 | 1.002  | Prioritária                     |
| 5  | <b>Conflitos contratuais</b> entre as partes                 | 277    | Prioritária                     |
| 2  | <b>Acidentes</b>   | 267    | Prioritária                     |
| 16 | <b>Falta de blocos</b> (atraso na entrega)                   | 185    | Prioritária                     |
| 9  | <b>Estoque intermediário</b> , transporte desnecessário      | 168    | Prioritária                     |
| 1  | <b>Absenteísmo</b> (falta de empregados)                     | 128    | Prioritária                     |
| 28 | <b>Localização</b> ou quantidade de <b>sanitários</b>        | 100    | Prioritária                     |
| 27 | <b>Ineficiência</b> dos subempreiteiros                      | 45     | Recomendável                    |
| 21 | <b>Falta de treinamentos</b> pessoal desqualificado          | 39     | Recomendável                    |
| 34 | <b>Retrabalhos</b>   | 28     | Recomendável                    |
| 25 | <b>Greve</b>   | 27     | Recomendável                    |
| 32 | <b>Quebra de elevador</b> ou grua                            | 27     | Recomendável                    |
| 8  | <b>Erro de locação</b> (topografia)                          | 19     | Recomendável                    |
| 12 | <b>Falhas no projeto</b>                                     | 17     | Recomendável                    |
| 13 | <b>Falta de água</b>   | 10     | Recomendável                    |
| 31 | <b>Prazo</b> contratual maior que planejado ( <b>folga</b> ) | 10     | Recomendável                    |
| 18 | <b>Falta de ou iluminação</b> deficiente                     | 10     | Recomendável                    |
| 10 | <b>Falência</b> de subcontratada                             | 9      | Recomendável                    |
| 24 | <b>Frentes</b> de serviço <b>não liberadas</b>               | 3      | Recomendável                    |
| 15 | <b>Falta de blocos</b> (falha na <b>programação</b> )        | 2      | Recomendável                    |
| 14 | <b>Falta de argamassa</b>                                    | 2      | Recomendável                    |
| 23 | <b>Fiscalização deficiente</b>                               | 1      | Recomendável                    |
| 17 | <b>Falta de energia</b>                                      | 0,60   | Opcional                        |
| 3  | <b>Andaime</b> difícil <b>montagem /</b> desmontagem         | 0,33   | Opcional                        |
| 35 | <b>Tecnologia</b> de execução <b>obsoleta</b>                | 0,28   | Opcional                        |
| 4  | <b>Clima</b> - Chuva, frio, vento, etc                       | 0,20   | Opcional                        |
| 20 | <b>Falta de procedimento</b>                                 | 0,17   | Opcional                        |
| 33 | <b>Restrição do horário</b> de trabalho 8h-20h               | 0,03   | Opcional                        |
| 22 | Falta ou dificuldade para <b>acesso</b> ao canteiro          | 0,02   | Opcional                        |
| 7  | Dificuldade no <b>transporte</b> de <b>material</b>          | 0,01   | Desnecessário                   |

Deste ranking foram selecionados os riscos inadmissíveis, para os quais foram propostas ações de resposta por todos os grupos de especialistas em novas entrevistas não estruturadas. Estas ações propostas foram utilizadas na última parte da pesquisa de campo deste trabalho, a entrevista com os “tomadores de decisão”, a qual será explicada mais adiante.

### 3.2 Acompanhamento diário da obra

Em geral as monografias possuem uma delimitação do tema para que seja possível aprofundar e verticalizar os conhecimentos, de maneira que haja apenas um pequeno conjunto de fatores ou variáveis na composição deste estudo. Parafraseando TACHIZAWA (2006), “é preferível escrever de forma detalhada e consistente sobre poucas coisas do que falar genericamente sobre muitas coisas”. Por este motivo, para restringir uma grande amplitude de variação da produtividade de alvenaria caso fossem estudadas obras diferentes, com condições iniciais de conteúdo e contexto diferentes (e, conseqüentemente, inúmeros fatores influenciadores diferentes), optou-se por fazer todas as observações ou acompanhamentos de produtividade em uma única e grande obra. Como havia mais de um ano de dados disponíveis, situação onde três subempreiteiros realizaram o serviço de alvenaria com as mesmas condições iniciais (projeto racionalizado, mesmo fornecedor de blocos, mesma mão-de-obra disponível (da região metropolitana de São Paulo), mesmo tipo de transporte vertical em todas as torres, custos e prazos contratados praticamente iguais (a variação era insignificante), mesmos fatores climáticos, mesmo acesso à obra etc.), seria possível verificar que a variação das produtividades estava essencialmente ligada à qualidade gerencial de cada subempreiteiro e à qualificação e motivação dos funcionários de cada um.

Porém, antes desta comparação entre os subempreiteiros (que será discutida no próximo tópico), foi feito um estudo empírico através de levantamento diário da produtividade da alvenaria no campo durante 3 meses, para verificar os picos que ocorreram em dias de produtividade ruim e correlacionar os fatores influenciadores que os causaram, calcular as produtividades globais cumulativa (RUP global cumulativa) e potencial (RUP global potencial) e a variação entre ambas ( $\Delta$  RUP), causada por anormalidades. A escolha de um período de observação extenso (90 dias, de 14/08/06 a 16/11/06) foi feita para eliminar a possibilidade de o levantamento ser feito em uma semana ou quinzena atípicas (ruim, em que ocorreram diversas anormalidades simultaneamente; ou boa demais, em que foram feitas apenas elevações de grandes paredes), o que poderia comprometer os dados levantados.

Para o levantamento diário foi adotada a seguinte metodologia:

- Levantamento da metragem quadrada das paredes do andar tipo através do projeto de alvenaria, identificando-as na planta de “layout” (mostrada na Figura 3.4). Como critério de levantamento foram descontados 100% dos vãos.

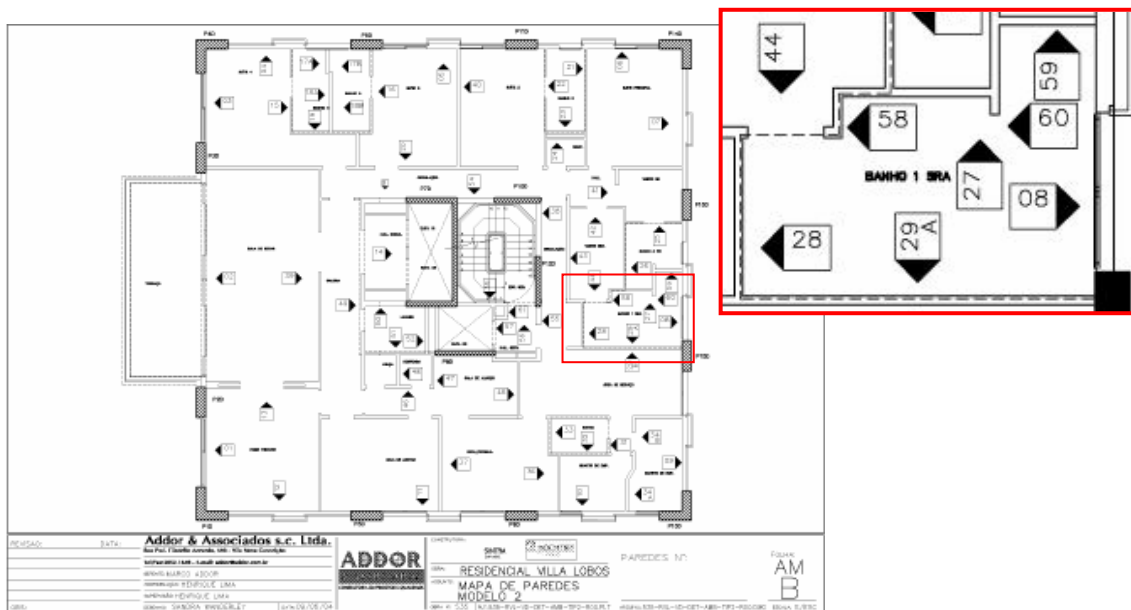


Figura 3.4 - “Layout” do andar tipo do edifício 2G

- Elaboração de uma planilha para cada andar, identificando o número da parede e sua metragem quadrada total, bem como deixando uma coluna livre para cada dia do mês, para verificar sua evolução. ARAÚJO (2000) recomenda esta quantificação por parede e sugere o uso de um fator de conversão para transformar a área da fiada de marcação em área equivalente de elevação, devido à maior dificuldade desta atividade em relação às fiadas de elevação - CARRARO (1998) concorda e menciona que o consumo de Hh para marcação é 50% maior do que na elevação. Porém, como a marcação representa menos de 10% da área total de alvenaria, não foi feito uso de tal fator neste trabalho. A Tabela 3.4 mostra a evolução da parede 1 do 1º andar (de 5 fiadas), cuja primeira fiada (ou  $1/5=20\%$ ) foi executada em 14/08/06 e as 4 fiadas restantes (ou  $4/5=80\%$ ) foram executadas em 22/08/06.

Tabela 3.4 - Planilha de acompanhamento de execução da parede 1 do 1º andar

| Pav.                | Parede | Área (m <sup>2</sup> ) | Fiadas (un) |                                  | 2ºF<br>14-ago | 3ºF<br>15-ago | 4ºF<br>16-ago | 5ºF<br>17-ago | 6ºF<br>18-ago | SAB<br>19-ago | 2ºF<br>21-ago | 3ºF<br>22-ago |
|---------------------|--------|------------------------|-------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>1º Pavimento</b> |        |                        |             |                                  |               |               |               |               |               |               |               |               |
| 1                   | 1      | 2,93                   | 5           | <b>Fiadas Exec</b>               | 1,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 4,00          |
|                     |        |                        |             | <b>Área Exec.(m<sup>2</sup>)</b> | 0,59          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 2,35          |

A planilha completa de acompanhamento das 61 paredes do 1º andar executadas entre 14/08/06 e 05/09/06 encontra-se no Anexo B1. O mesmo processo foi repetido para todos os demais andares durante os meses de acompanhamento. Cabe salientar que não foi feita esta diferenciação entre metragem quadrada de

marcação e de elevação de alvenaria por uma simplificação já explicada anteriormente e por se verificar que, após a primeira semana, sempre havia os dois serviços em execução em paralelo (ambos tinham o ciclo aproximado de uma semana por andar, sendo a marcação executada um andar acima da execução da elevação).

- Acompanhamento diário no campo para registrar a quantidade de fiadas executadas por parede (sempre em quantidades acumuladas para corrigir eventuais erros de contagem que porventura poderiam ocorrer). Esta quantidade, dividida pela quantidade total de fiadas da parede, forneceu um percentual, que, multiplicado pela metragem quadrada total de cada parede, permitiu calcular a metragem quadrada total executada até o dia. Subtraindo-se desta o valor acumulado do dia anterior, obteve-se a produção de alvenaria do dia.

Cabe mencionar que foi adotado o critério de “fiada equivalente”, ou seja, no caso de paredes que tenham sido feitas apenas nas laterais (castelinhos), foi contada a quantidade de blocos assentados e estimada a quantidade de “fiadas equivalentes” que poderiam ser feitas com estes blocos.

- Diariamente também foi feito pelo encarregado da frente de serviço o levantamento do recurso utilizado, ou horas totais trabalhadas pela equipe (horas disponíveis da equipe global), bem como de todos os acontecimentos extraordinários ocorridos que, de alguma forma, prejudicaram a execução dos serviços (por exemplo: falta de energia, de material, quebra de elevador de cremalheira etc.) ou a estimularam (por exemplo: tarefa, “acabou lavou”, hora prêmio etc.). Um exemplo do diário de acompanhamento do 1º andar encontra-se na Tabela 3.5 e o acompanhamento completo dos 3 meses encontra-se no Anexo B2. O mesmo processo foi repetido para todos os demais andares durante os meses de acompanhamento.

Tabela 3.5 - Exemplo do diário de acompanhamento das horas trabalhadas e de eventos extraordinários

| FUNÇÃO                         | 2ºF  | 3ºF  | 4ºF  | 5ºF   |
|--------------------------------|--|--|--|---|
|                                | 11-set                                     | 12-set                                     | 13-set   | 14-set  |
| ENCARREGADO                    | 1  | 1  | 1  | 1   |
| OFICIAL                        | 5  | 5  | 5  | 5   |
| AJUDANTE                       | 4  | 4  | 4  | 4   |
| <b>EQUIPE TOTAL</b>            | <b>10</b>                                  | <b>10</b>                                  | <b>10</b>  | <b>10</b>   |
| HORAS TRABALHADAS              | 9  | 9  | 9  | 9   |
| <b>HORAS TRABALHADAS TOTAL</b> | <b>90</b>                                  | <b>90</b>                                  | <b>90</b>  | <b>90</b>   |
| Diário                         | ANOTAÇÃO GERAL                             | ANOTAÇÃO GERAL                             | ANOTAÇÃO GERAL   | ANOTAÇÃO GERAL  |
|                                | 1ºPavimento                                | 1ºPavimento                                | 1ºPavimento  | 1ºPavimento   |
|                                | 2ºPavimento                                | 2ºPavimento                                | 2ºPavimento  | 2ºPavimento   |
|                                | Subida de Material                         | Desmobilização de Equip                    |  |   |
|                                | Elevação das Alvenarias                    |  |  |   |
|                                | Falta de Bloco e Argamassa ao longo do dia |  |  |   |
|                                | 3ºPavimento                                | 3ºPavimento                                | 3ºPavimento  | 3ºPavimento   |
|                                | Elevação das Alvenarias                    | Elevação das Alvenarias                    | Elevação das Alvenarias                                  | Elevação das Alvenarias                                     |
|                                | Falta de Bloco e Argamassa ao longo do dia | Falta de Bloco e Argamassa ao longo do dia | Retomada da Entrega de Blocos e Argamassa no Meio do dia | Em fase de retomada da normalização de entrega de materiais |
|                                | 4ºPavimento                                | 4ºPavimento                                | 4ºPavimento  | 4ºPavimento   |
|                                | Limpeza da Laje                            | Limpeza da Laje                            | Marcação Parada  | Marcação Parada   |
|                                | Marcação dos Eixos                         | Marcação dos Eixos                         | (PERSONALIZAÇÃO)   | (PERSONALIZAÇÃO)  |
|                                |  | Início da Marcação (Externa)               |  |   |
|                                |  |  | 5ºPavimento  | 5ºPavimento   |
|                                |  |  | Limpeza da Laje  | Limpeza da Laje   |
|                                |  | Marcação dos Eixos                         | Marcação dos Eixos                                       |   |
|                                |  | Início da Marcação                         | Marcação das Alvenarias                                  |   |

- Dividindo-se a quantidade de horas diárias disponíveis pela metragem quadrada executada a cada dia, obteve-se a produtividade global diária (RUP global diária). Este quociente foi levado para o eixo das abscissas de um gráfico que tem, no eixo das ordenadas, os dias trabalhados, gerando a curva azul da Figura 3.5. Neste mesmo gráfico foi traçada outra curva (em lilás), a da produtividade cumulativa (RUP global cumulativa), que foi calculada através dos valores acumulados de horas disponíveis divididos pela metragem quadrada produzida acumulada. Por fim, foi feito um tratamento estatístico, que consistiu na separação de todas as produtividades diárias que estão abaixo da produtividade cumulativa para cálculo de sua mediana (a qual foi denominada RUP global potencial), mostrada no gráfico em amarelo. A variação entre esta produtividade esperada (RUP potencial) e a cumulativa (RUP cumulativa) foi denominada ( $\Delta$  RUP). No Anexo B3 estão as RUP globais diárias, cumulativa e potencial.

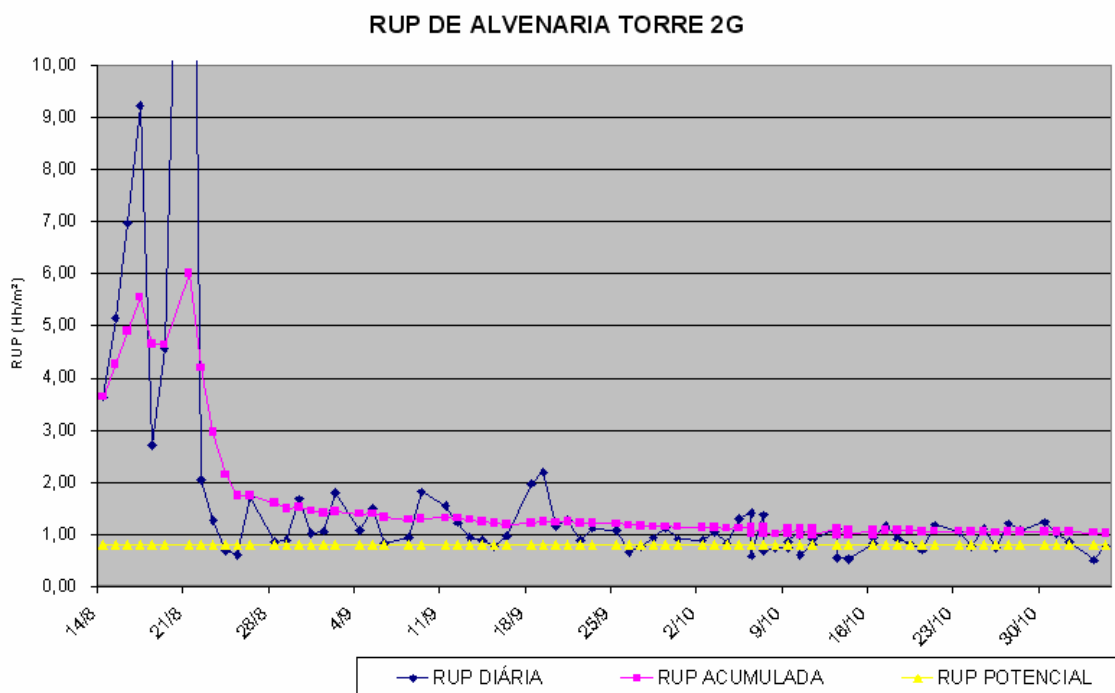


Figura 3.5 - Produtividades globais diárias, cumulativa e potencial

Em uma análise sucinta do gráfico, é possível perceber que após as semanas iniciais de serviço os valores diários passaram a variar em uma faixa estreita, aproximadamente de  $0,7\text{Hh/m}^2$  a  $2\text{Hh/m}^2$ , o que mostra poucas ocorrências de anormalidades que comprometessem a produtividade global diária. Pode-se também visualizar que, após o primeiro mês de observação, o valor da produtividade global cumulativa ficou praticamente constante, chegando a  $0,99\text{Hh/m}^2$  ao final dos 3 meses de levantamento. Pode-se verificar, ainda, que o valor da produtividade global cumulativa ( $0,99\text{Hh/m}^2$ ) e potencial ( $0,81\text{Hh/m}^2$ ) ficaram muito próximos, o que demonstra um bom gerenciamento por parte do subempreiteiro. A diferença entre elas foi de  $0,18\text{Hh/m}^2$ , compatível com os valores mínimos de  $\Delta$  RUP calculados por ARAÚJO (2000), que variaram de  $0,15\text{Hh/m}^2$  a  $0,55\text{Hh/m}^2$ . É possível ainda comparar estes valores com os do TCPO para alvenaria de vedação em blocos de concreto com argamassa industrializada, (seção 04221.8.1.12, onde: Mínimo =  $0,77\text{Hh/m}^2$ , Mediana =  $1,11\text{Hh/m}^2$  e Máximo =  $1,47\text{Hh/m}^2$ ), e verificar que os valores obtidos ficaram abaixo da mediana teórica, observadas condições similares.

Os vinte dias de pior produtividade, excetuando-se a primeira semana (considerada atípica), foram ordenados na Tabela 3.6, relacionando-se aos mesmos as anormalidades e ocorrências observadas no campo. Nesta primeira semana, as principais ocorrências foram: acertos de logística, equipe familiarizando-se com a



obra, ajuste do tamanho da equipe, acerto de programação de entrega de materiais, interferências com outros serviços.

Tabela 3.6 - Vinte dias de pior produtividade diária e ocorrências observadas

| <b>Data e RUP diária</b>  | <b>Ocorrências</b>  |
|---|---|
| 21 de agosto<br>(22,06 Hh/m <sup>2</sup> ) e<br>22 de agosto<br>(2,05 Hh/m <sup>2</sup> )   | Início do 2º andar: limpeza da laje, transporte de eixos, subida de material e início da marcação externa.  |
| 18 de setembro<br>(1,98 Hh/m <sup>2</sup> ) e<br>19 de setembro<br>(2,20 Hh/m <sup>2</sup> )  | Falha na programação para movimentação vertical de blocos; 4º andar continua paralisado devido à personalização; necessário refazer a marcação das paredes 01 e 03 no 6º andar; falta de 2 oficiais no dia 18 e falta d'água após 15:00h no dia 19. |
| 9 de setembro<br>(1,82 Hh/m <sup>2</sup> )  | Sábado, com a falta de 2 oficiais foram alocados os 2 ajudantes que “sobraram” para subir material pela cremalheira.  |
| 2 de setembro<br>(1,80 Hh/m <sup>2</sup> )  | Sábado, priorizada a subida de material pelo elevador de cremalheira.   |
| 26 de agosto<br>(1,73 Hh/m <sup>2</sup> )   | Queda de uma parede no 1º andar: demolição, limpeza e retrabalho.   |
| 30 de agosto<br>(1,68 Hh/m <sup>2</sup> )   | Início de 1 oficial e 1 ajudante novos na equipe; chapisco na estrutura.  |
| 11 de setembro<br>(1,55 Hh/m <sup>2</sup> )   | Falta de blocos e argamassa ao longo do dia; início do 4º andar: limpeza da laje e transporte de eixos.   |
| 5 de setembro<br>(1,50 Hh/m <sup>2</sup> )  | Início do 3º andar: limpeza da laje, transporte de eixos, subida de material e início da marcação externa.  |
| 5 de outubro<br>(1,30 Hh/m <sup>2</sup> ),<br>6 de outubro<br>(1,41 Hh/m <sup>2</sup> ) e<br>7 de outubro<br>(1,37 Hh/m <sup>2</sup> )= | 4º andar continua paralisado devido à personalização; falha no abastecimento de blocos canaleta; excessiva movimentação de andaimes; início do 9º andar: limpeza da laje, transporte de eixos e início da marcação.                                 |
| 21 de setembro<br>(1,29 Hh/m <sup>2</sup> )   | Finalização do 3º andar; reorganização do transporte vertical; 4º andar continua paralisado devido à personalização.  |
| 23 de agosto<br>(1,27 Hh/m <sup>2</sup> )   | Nada de anormal observado.  |

|   |  |
|---|--|
| 30 de outubro<br>(1,24 Hh/m <sup>2</sup> )  | Início do 14º andar: limpeza da laje, transporte de eixos e início da marcação; apenas marcação no 13º andar.  |
| 12 de setembro<br>(1,23 Hh/m <sup>2</sup> ) | Falta de blocos e argamassa ao longo do dia; início do 4º andar: marcação externa.   |
| 27 de outubro<br>(1,21 Hh/m <sup>2</sup> )  | Pedreiro de marcação faltou; 4º e 9º andar paralisados devido à personalização, elevador cremalheira com prioridade para atender à concretagem do 18º andar. |
| 17 de outubro<br>(1,18 Hh/m <sup>2</sup> )  | 4 funcionários saíram às 12:00h; 4º e 9º andar paralisados devido à personalização; falta de argamassa de assentamento.                                      |
| 21 de outubro<br>(1,18 Hh/m <sup>2</sup> )  | Pedreiro de marcação faltou; 4º e 9º andar paralisado devido à personalização.   |

Para se ter uma idéia da influência destes dias de produtividade ruim, foi eliminada a primeira semana e os 5 piores dias dos dados das RUP, para geração do gráfico da Figura 3.6, obtendo-se uma produtividade global cumulativa de 0,93 Hh/m<sup>2</sup> (melhora de 6%). Caso fossem eliminados os 10 piores dias (além da primeira semana), a melhora na produtividade global cumulativa aumentaria para 9%, chegando a 0,90 Hh/m<sup>2</sup>.

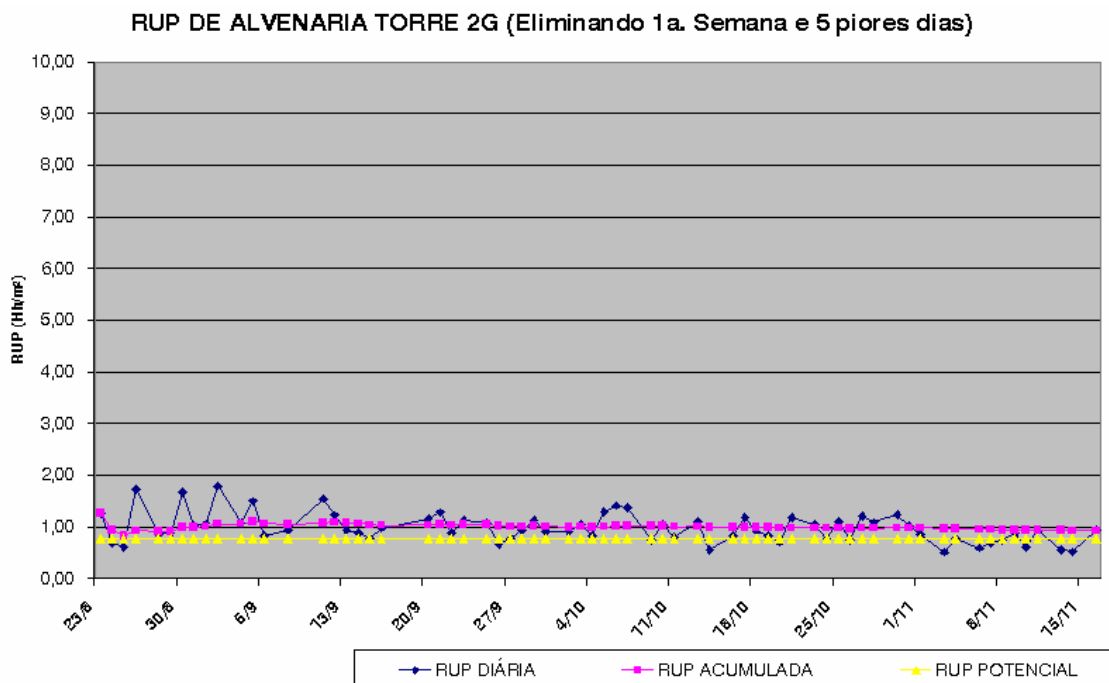


Figura 3.6 - Simulação das produtividades global diária, cumulativa e potencial, eliminando-se a primeira semana (atípica) e os 5 dias de pior produtividade

Comparando-se a Figura 3.6 com a Figura 3.5, fica evidente como a produtividade é ruim no período inicial dos serviços. Fato semelhante, embora não detectado neste levantamento de campo, devido ao mesmo ter sido feito somente até metade do edifício, ocorre nos dias finais, quando a produtividade piora devido aos inevitáveis arremates e a uma desaceleração dos serviços, na qual parte da equipe fica fatalmente ociosa.

Desta maneira, ficam evidenciados o efeito nocivo dos dias de produtividade ruim no valor da RUP cumulativa e a importância de se combaterem as causas das anormalidades.

Outra análise interessante feita foi verificar se as anormalidades observadas no campo estavam de acordo com o que foi relatado na entrevista com os especialistas. A comparação destas ocorrências com as previstas anteriormente pelos especialistas está apresentada na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Comparativo entre os riscos levantados pelos especialistas e as anormalidades observadas no campo

| N  | Risco   | Pontos | Necessidade de Ação de Resposta | Anormalidades observadas no campo  |
|----|---|--------|---------------------------------|--|
| 29 | Modificações de projetos ( <b>personalizações</b> )           | 33.668 | Prioritária                     | <b>Marcação parada devido à personalização</b>   |
| 6  | <b>Custo</b> (valor contratual) <b>baixo</b>                  | 27.100 | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 26 | <b>Indisponibilidade</b> de recursos <b>financeiros</b> (sub) | 16.950 | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 11 | <b>Falhas de comunicação</b>                                  | 3.336  | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 30 | <b>Motivação</b> dos funcionários (atraso pagto)              | 1.043  | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 19 | <b>Falta de planejamento</b>                                  | 1.002  | Prioritária                     | <b>Falha na programação do transporte vertical</b>   |
| 5  | <b>Conflitos contratuais</b> entre as partes                  | 277    | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 2  | <b>Acidentes</b>  | 267    | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 16 | <b>Falta de blocos</b> (atraso entrega do fornecedor)         | 185    | Prioritária                     | <b>Falta de blocos</b>   |
| 9  | <b>Estoque intermediário</b> , transp desnecessário           | 168    | Prioritária                     | <b>Estoque intermediário no térreo, ao invés de subir pallets diretamente do caminhão com grua</b>                     |
| 1  | <b>Absenteísmo</b> (falta de empregados)                      | 128    | Prioritária                     | <b>Falta do pedreiro marcador</b>  |
| 28 | <b>Localização</b> ou quantidade de <b>sanitários</b>         | 100    | Prioritária                     | Não observado neste período  |
| 27 | <b>Ineficiência</b> dos subempreiteiros                       | 45     | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 21 | <b>Falta de treinamentos</b> pessoal desqualificado           | 39     | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 34 | <b>Retrabalhos</b>  | 28     | Recomendável                    | <b>Retrabalho das marcações em paredes</b>   |
| 25 | <b>Greve</b>  | 27     | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 32 | <b>Quebra de elevador</b> ou grua                             | 27     | Recomendável                    | <b>Quebra de um dos cremalheiras</b>   |
| 8  | <b>Erro de locação</b> (topografia)                           | 19     | Recomendável                    | <b>Erro de locação do eixo de referência</b>   |
| 12 | <b>Falhas no projeto</b>                                      | 17     | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 13 | <b>Falta de água</b>  | 10     | Recomendável                    | <b>Falta de água</b>   |
| 31 | <b>Prazo</b> contratual maior que planejado ( <b>folga</b> )  | 10     | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 18 | <b>Falta de ou iluminação</b> deficiente                      | 10     | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 10 | <b>Falência</b> de subcontratada                              | 9      | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 24 | <b>Frentes de serviço não liberadas</b>                       | 3      | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 15 | <b>Falta de blocos</b> (falha na <b>programação</b> )         | 2      | Recomendável                    | <b>Falha na previsão de blocos canaleta</b>  |
| 14 | <b>Falta de argamassa</b>                                     | 2      | Recomendável                    | <b>Falta de argamassa</b>  |
| 23 | <b>Fiscalização deficiente</b>                                | 1      | Recomendável                    | Não observado neste período  |
| 17 | <b>Falta de energia</b>                                       | 0,60   | Opcional                        | Não observado neste período  |
| 3  | <b>Andaime difícil montagem / desmontagem</b>                 | 0,33   | Opcional                        | <b>Nos dias em que houve maior concentração de montagem ou desmontagem de andaimes a produtividade foi prejudicada</b> |
| 35 | <b>Tecnologia</b> de execução <b>obsoleta</b>                 | 0,28   | Opcional                        | Não observado neste período  |
| 4  | <b>Clima</b> - Chuva, frio, vento, etc                        | 0,20   | Opcional                        | <b>Ventos fortes e chuva interrompendo o serviço</b>   |
| 20 | <b>Falta de procedimento</b>                                  | 0,17   | Opcional                        | Não observado neste período  |
| 33 | <b>Restrição do horário</b> de trabalho 8h-20h                | 0,03   | Opcional                        | Não observado neste período  |
| 22 | Falta ou dificuldade para <b>acesso</b> ao canteiro           | 0,02   | Opcional                        | Não observado neste período  |
| 7  | Dificuldade no <b>transporte de material</b>                  | 0,01   | Desnecessário                   | Não observado neste período  |

Ao longo dos 90 dias de levantamento, pode ser observado no campo a ocorrência de 13 dos 35 riscos mencionados nas entrevistas (37%). Caso a duração do levantamento fosse estendida para o período todo da obra, este número provavelmente subiria para algo em torno de 21 (60%) - estimado pelos especialistas em função do que se observou nas 6 torres anteriores (ao longo da obra ocorreram greves, falência de subcontratada, falta de energia, atraso no pagamento de salários, falhas de projeto, entre outros). Isso confirma quão valioso é saber ouvir a opinião de sua equipe, de modo a estar preparado para evitar a ocorrência destes riscos ou para tomar ações de resposta, caso os mesmos venham a ocorrer.

Por último, porém não menos importante, cabe citar os fatores observados que contribuíram para melhoria da produtividade: pagamento em dia (a subcontratada que realizou os serviços nesta torre não atrasava o pagamento, diferentemente de outras empresas no canteiro), pessoal treinado e qualificado (formado pela empresa, transferido de uma obra para outra ao invés de contratado na obra), prêmio por tarefa, projeto racionalizado, reuniões semanais da produção com os subempreiteiros para discussão de interferências e liberação de frentes de serviço, existência de procedimento para execução e conferência.

### **3.3 Produtividade histórica da obra**

Como forma de aferir se os valores encontrados no acompanhamento de campo descrito no item anterior estavam dentro da realidade da obra (supondo-se que os 90 dias observados poderiam ter sido por algum motivo atípicos), foi feito um levantamento de toda a alvenaria produzida e dos efetivos diários da mão-de-obra nas 6 torres cuja alvenaria já havia sido praticamente concluída (com exceção de alguns apartamentos personalizados).

Os documentos utilizados neste levantamento, para as horas trabalhadas de oficiais e ajudantes (recurso), foram os respectivos quadros diários de pessoal. Já para a alvenaria produzida (quantidade de serviço), foram utilizados os boletins de medição quinzenal, exemplificados na Figura 3.7, os quais identificavam subempreiteiro, edifício e metragem quadrada produzida em cada período (andares concluídos, levantados nas plantas do projeto de alvenaria).

| BOLETIM DE MEDIÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS |                       | PEDIDO RENUS:  | 2006011069        | MEDIÇÃO <input checked="" type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/> FINAL |                     |                          |            |                 |
|--|-----------------------|--|-------------------|--|---------------------|--------------------------|------------|-----------------|
| UN DE NEGÓCIO:                             |                       | CONDOMÍNIO PRAÇA VILLA LOBOS   | ELEMENTO PEP:     | 92441900-155   | CONTRATO Nº:        |                          |            |                 |
| CONTRATADA:                                |                       | XXX  | GRUPO MERCADORIA: | 6031111  | COLETA Nº:          | 506/05                   |            |                 |
| CONTRATANTE:                               |                       | SINTRA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA.  | CONTA RAZÃO:      | 651.120  | FORNEC. Nº:         | 155                      |            |                 |
| ITEM                                       | CÓDIGO SERVIÇO / ITEM | DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS   | UNID.             | PREÇO UNIT.  | QUANTIDADE PREVISTA | QUANTITATIVOS EXECUTADOS |            |                 |
|  |                       |  |                   |  |                     | ACUM. ANTERIOR           | NO PERÍODO | ACUMULADO ATUAL |
|  |                       | FORNECIMENTO DE MÃO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE ALVENARIA. CONTRATAÇÃO A PREÇO UNITÁRIO. |                   |  |                     |                          |            |                 |
|  |                       | <b>EDIFÍCIO C</b>  |                   |  |                     |                          |            |                 |
| 1  | 7.1                   | Alvenaria em bloco de 19 x 39 cm   | m²                | 16,80  | 2.769,27            | 1.387,62                 | 183,30     | 1570,92         |
| 2  | 7.1                   | Alvenaria em bloco de 14 x 39 cm   | m²                | 16,80  | 870,35              | 115,18                   | 31,78      | 146,96          |
| 3  | 7.1                   | Alvenaria em bloco de 11,5 x 39 cm   | m²                | 16,80  | 4.366,71            | 317,90                   | 26,88      | 344,78          |
| 4  | 7.1                   | Alvenaria em bloco de 09 x 39 cm   | m²                | 16,80  | 4.139,70            | 3.781,05                 | 444,70     | 4.225,75        |
| 5  | 7.1                   | Alvenaria em bloco de 07 x 39 cm   | m²                | 16,80  | 714,71              | 317,52                   | 42,34      | 359,86          |

Figura 3.7 - Exemplo de boletim de medição de materiais e serviços

Como simplificação para cálculo da quantidade de horas disponíveis, foi atribuída uma jornada de 10h diárias, que significam 9h normais e 1h extra de segunda a quinta e 8h normais e 2h extras às sextas. Tal simplificação pode ser confirmada pelos engenheiros de produção como válida para o histórico da obra, na média.

De forma similar ao descrito no item anterior, o quociente da divisão das horas diárias disponíveis a cada período de medição (quinzenal) pela quantidade produzida no mesmo período é a produtividade quinzenal (RUP quinzenal), que, em valores acumulados, gera a produtividade cumulativa (RUP cumulativa). Somente esta última foi utilizada como parâmetro para aferição do item anterior, pois as variações ocorridas na quantidade de serviço medida nos boletins quinzenais poderiam levar a comparações equivocadas (o critério utilizado na obra era medir apenas andares concluídos (cerca de 600m<sup>2</sup>); logo, andares parcialmente executados tiveram parte do recurso contabilizado em uma quinzena, porém a metragem total do andar concluído e o restante dos recursos contabilizados somente em outra quinzena). Cabe ainda mencionar que, devido ao período ser quinzenal e não diário, a influência das anormalidades (que afetam a produtividade) é diminuída, isto é, mesmo que em alguns dias houvessem picos devido a certos problemas, estes seriam amenizados ao longo dos 15 dias e poderiam passar despercebidos na análise dos valores. Com base no exposto, entende-se que o valor da produtividade potencial (RUP potencial) também seja, portanto, questionável. Esta última foi calculada através da mediana dos valores de RUP quinzenais abaixo da RUP cumulativa (analogamente ao cálculo da RUP potencial das RUP diárias).

Na Tabela 3.8 estão os valores das RUP cumulativa e potencial dos 3 subempreiteiros que trabalharam na obra Condomínio Praça Villa Lobos.

Tabela 3.8 - RUP cumulativa e potencial dos 3 subempreiteiros

| Empresa | Subempreiteiro 1       | Subempreiteiro 2       | Subempreiteiro 3       |
|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| RUP cum | 2,23 Hh/m <sup>2</sup> | 1,48 Hh/m <sup>2</sup> | 1,12 Hh/m <sup>2</sup> |
| RUP pot | 1,87 Hh/m <sup>2</sup> | 0,88 Hh/m <sup>2</sup> | 0,76 Hh/m <sup>2</sup> |

A gritante diferença de produtividade entre o subempreiteiro 1 e 3 (99%) mostra que a primeira empresa gastou o dobro de recursos por metro quadrado de alvenaria assentada, dentro das mesmas condições de conteúdo e contexto (mesma obra). A explicação principal para o fato deve-se à diferença de gestão entre as mesmas. A primeira não planejava sua produção mensal e atrasava os pagamentos; a terceira pagava em dia e dava prêmio por tarefa. A primeira tinha alta rotatividade; a terceira investia na formação e mantinha seus funcionários, transferindo-os de uma obra para a seguinte. A primeira teve uma perda de 9% no recebimento e estoque de blocos de concreto; a terceira apenas 5,8%. Por todos estes motivos não foi nenhuma surpresa a primeira empresa falir e a terceira aumentar o escopo de seus serviços na obra.

A obtenção destes valores também permitiu demonstrar que os dados levantados em campo durante os 90 dias não foram atípicos e demonstraram inclusive uma melhora de 13% na produtividade cumulativa do subempreiteiro 3, que é a empresa que estava executando a alvenaria do edifício em que foi feito o levantamento diário (RUP cum 90 dias = 0,99Hh/m<sup>2</sup> em relação à RUP cum Sub3 = 1,12 Hh/m<sup>2</sup>).

Nas figuras 3.8, 3.9 e 3.10 estão representados os gráficos das RUP dos 3 subempreiteiros que trabalharam na obra.

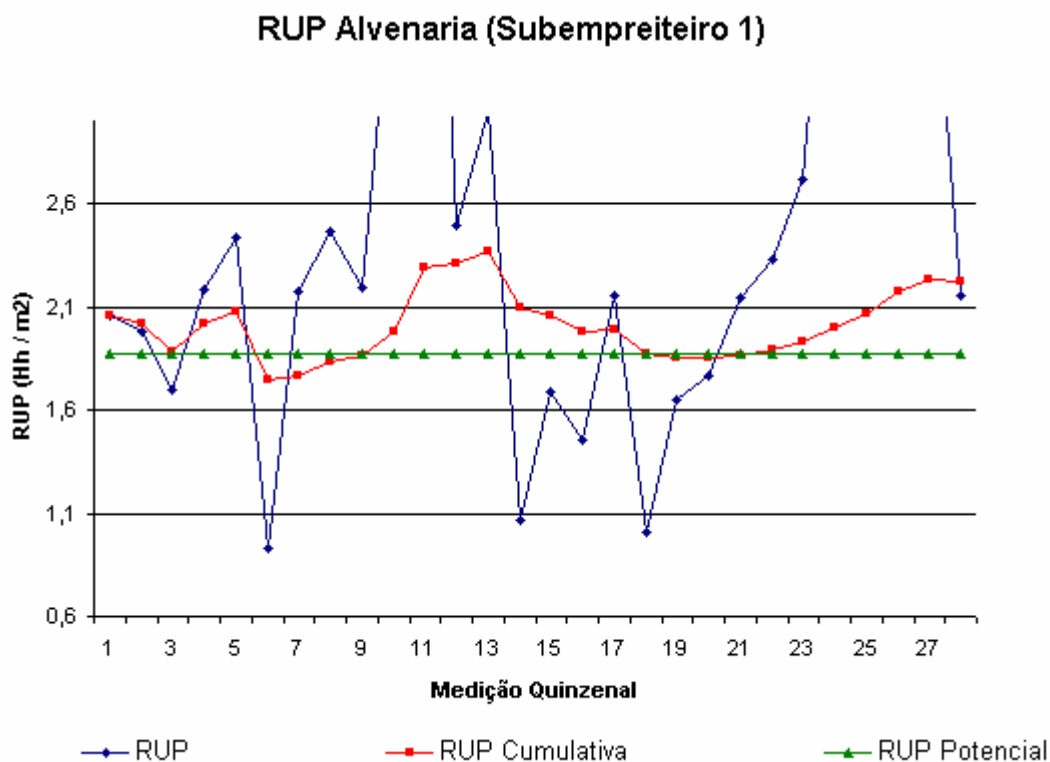


Figura 3.8 - RUP global de alvenaria do subempreiteiro 1

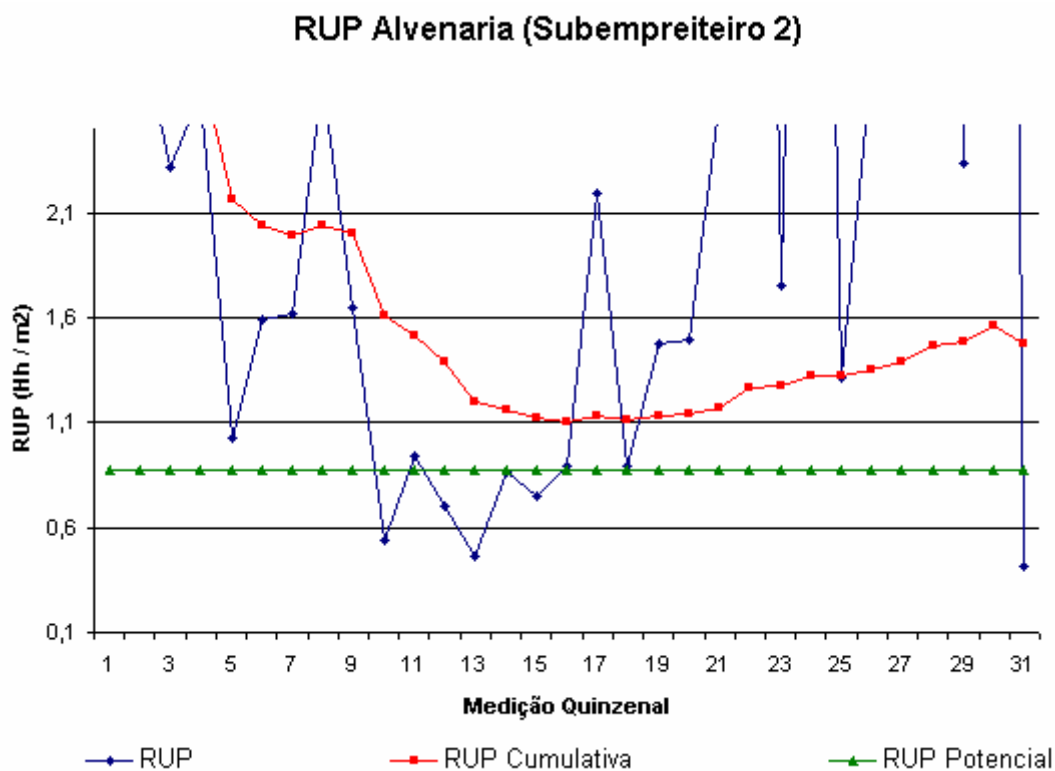


Figura 3.9 - RUP global de alvenaria do subempreiteiro 2

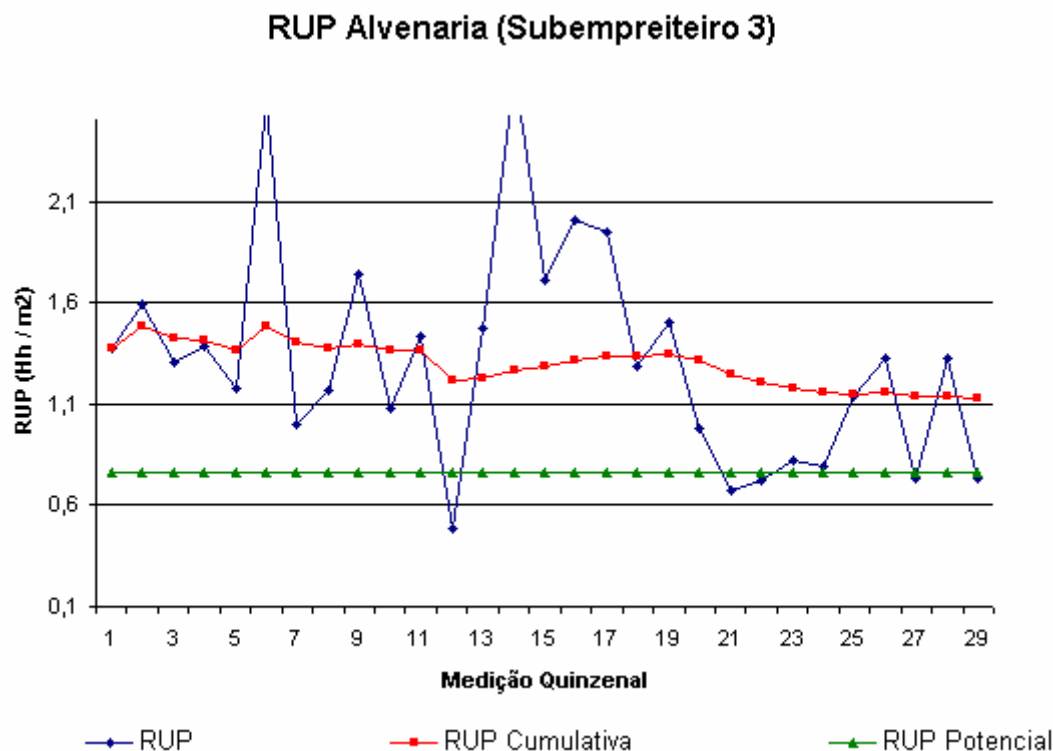


Figura 3.10 - RUP global de alvenaria do subempreiteiro 3

### 3.4 Pesquisa com os “tomadores de decisão”

A última etapa do trabalho de campo foi uma pesquisa, com profissionais que atuassem em funções gerenciais ou diretivas, para eleger quais as ações de resposta propostas pelos especialistas tinham, na opinião deles, a melhor relação custo-benefício. DANTAS (2006) também acredita que uma consulta a profissionais permita a melhor escolha, pois não considera que esta definição seja factível deterministicamente. E a opção de fazer a pesquisa com estas pessoas, ao invés de com os especialistas em alvenaria, para escolha das ações, deve-se ao fato de que são elas que “tomam as decisões” na empresa, uma vez que a maioria das ações envolve algum recurso extra ou modifica contratos e procedimentos, no âmbito empresarial.

Também é interessante ressaltar que, dentro do escopo deste trabalho, foram propostas ações apenas para combater os riscos cuja necessidade de resposta foi classificada como “prioritária”, por serem estes, na opinião dos especialistas, os principais problemas enfrentados na obra. Em uma segunda etapa, poder-se-ia repetir o mesmo processo para os riscos com necessidade de resposta “recomendável”. E, somente se houvesse recurso e tempo de sobra, tratar os com



necessidade de resposta “opcional”. Entende-se que no caso dos riscos com necessidade de resposta “desnecessária”, os custos envolvidos para mitigar os riscos seriam maiores do que as conseqüências do próprio risco, caso este viesse a ocorrer. Não houve um rigor quanto ao número de ações propostas por risco, porque algumas destas ações podem remediar mais de um risco e alguns riscos podem necessitar de mais de uma ação de resposta para ser eliminado ou controlado.

A idéia básica desta etapa foi trazer informações do campo de uma forma organizada, para que os “tomadores de decisão” apenas escolhessem dentro de uma relação custo-benefício, com base em sua experiência e senso gerencial, as ações mais adequadas a serem implementadas. Antes de responder ao questionário, foram explicadas a cada um deles todas as etapas anteriores deste trabalho (resumo da conceituação teórica, opinião dos especialistas obtida através das entrevistas, levantamento da produtividade real da alvenaria no campo).

O método utilizado nesta pesquisa foi o questionário Delphi, que consiste de perguntas feitas individualmente através de questionários pré-elaborados, em várias rodadas, analisadas estatisticamente e acompanhadas de “feedback” controlado, mantendo-se o anonimato dos participantes e visando chegar a um senso comum.

Segundo DANTAS (2006), este método foi desenvolvido e divulgado na década de 60 pela Rand Corporation, para obter o mais confiável consenso de opiniões de um grupo de especialistas, através de uma série de questionários com realimentações controladas de opiniões. A autora explica que este método pode ser utilizado para várias funções, entre elas procurar alternativas para assuntos críticos atuais e futuros, prospectar o futuro, definir metas e prioridades, identificar problemas e também soluções para os mesmos.

DANTAS (2006) explica em sua pesquisa não haver consenso dos autores em relação à quantidade de respondentes. Alguns defendem que, para grupos homogêneos, 10 a 15 pessoas podem ser suficientes; porém quanto mais heterogêneo for o grupo, tanto maior deve ser a quantidade de participantes. Para este trabalho, devido a todos os respondentes serem gerentes ou diretores da mesma empresa (possuindo, portanto, os mesmos desafios, objetivos e metas) pode-se defender então que 11 pessoas foram suficientes, por se tratar de um grupo homogêneo.

O Delphi foi aplicado em duas rodadas ou turnos:

- A primeira rodada para eleger as 10 ações que possuíssem a melhor relação custo-benefício ou que melhor agissem sobre a causa dos riscos, dentre as 35 apresentadas pelos especialistas.

- A segunda rodada para consenso das 5 melhores dentre as 10 mais votadas por todos.

A Figura 3.11 mostra (parcialmente) o formulário utilizado na primeira etapa. O formulário completo (contendo todos os 12 riscos inadmissíveis e as 35 ações de resposta) encontra-se no Anexo C1.

| N  | Risco                                      | Pontos | Necessidade de ação | Escolher 10 Ações | Ações propostas para combater os principais riscos  |
|----|--|--------|---------------------|-------------------|---|
| 29 | Modificações de projetos (personalizações) | 33.688 | Prioritária         |                   | Estipular juntamente com o empreendedor prazos máximos para aceitar modificações dos proprietários, conforme início das atividades no cronograma físico da obra, com 30 a 60 dias de antecedência, dependendo do serviço.<br>Mobilizar antecipadamente uma equipe (com recursos suficientes) para cuidar exclusivamente de personalizações, visando resolver interferências entre as disciplinas e pendências de contratações, para liberar as frentes de trabalho e minimizar o impacto na<br>Criar por escrito (em um adendo contratual) as diretrizes do que se pode e o que não se pode personalizar, bem como prazos para isso no contrato dos proprietários, inclusive com penalidades para o que for feito fora do prazo, para não depender apenas da<br>Garantir uma adequada coordenação de projetos, com arquiteto especialista contratado para este fim, caso as modificações sejam aceitas. |
| 6  | Custo (valor contratual) baixo             | 27.100 | Prioritária         |                   | Contratar mais de uma empresa para cada um dos serviços críticos<br>Checar as quantidades e preços unitários dos subempreiteiros antes de contratá-los, para evitar que haja desequilíbrio econômico do contrato (o que certamente causará problemas em algum momento, no futuro).<br>Explicitar (por escrito) aos subempreiteiros todas as exigências contratuais antes de receber os preços deles, para evitar omissões por desconhecimento, as quais podem causar desequilíbrio do contrato.<br>Tentar admitir valores de mercado quando da negociação com os subempreiteiros.<br>Exigir que subempreiteiro faça mensalmente um cronograma físico-econômico de produção, para garantir que haja sempre um equilíbrio entre o (total produzido no mês) X (folha de pagamento + encargos + custos indiretos + impostos).   |

Figura 3.11 - Visão parcial do questionário Delphi utilizado no primeiro turno da pesquisa com os “tomadores de decisão”

Neste primeiro turno, os “tomadores de decisão” foram convidados a escolher 10 das 35 ações propostas. O resultado completo desta votação encontra-se no Anexo C2. Uma visão parcial do resultado pode ser vista na Figura 3.12, na qual algumas das ações mais votadas estão com o fundo colorido. As 10 ações mais votadas estão na tabela 3.9 (estão listadas 13, devido ao empate de quatro delas com 36%).

| N  | Risco                                      | Pontos | Necessidade de ação | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | # | TOTAL | % Entrevistados que escolheram esta Ação | Ações propostas para combater os principais riscos   |
|----|--|--------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|--|--|
| 29 | Modificações de projetos (personalizações) | 33.688 | Prioritária         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |  |  |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 9     | 82%                                      | Estipular juntamente com o empreendedor prazos máximos para aceitar modificações dos proprietários, conforme início das atividades no cronograma físico da obra, com 30 a 60 dias de antecedência, dependendo do serviço.  |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3     | 27%                                      | Mobilizar antecipadamente uma equipe (com recursos suficientes) para cuidar exclusivamente de personalizações, visando resolver interferências entre as disciplinas e pendências de contratações, para liberar as frentes de trabalho e minimizar o impacto na produção.   |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 0     | 0%                                       | Criar por escrito (em um adendo contratual) as diretrizes do que se pode e o que não se pode personalizar, bem como prazos para isso no contrato dos proprietários, inclusive com penalidades para o que for feito fora do prazo, para não depender apenas da “boa vontade” de todos para poder concluir a obra. |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 5     | 45%                                      | Garantir uma adequada coordenação de projetos, com arquiteto especialista contratado para este fim, caso as modificações sejam aceitas.  |
| 6  | Custo (valor contratual) baixo             | 27.100 | Prioritária         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 4     | 36%                                      | Contratar mais de uma empresa para cada um dos serviços críticos   |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 7     | 64%                                      | Checar as quantidades e preços unitários dos subempreiteiros antes de contratá-los, para evitar que haja desequilíbrio econômico do contrato (o que certamente causará problemas em algum momento, no futuro).   |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2     | 18%                                      | Explicitar (por escrito) aos subempreiteiros todas as exigências contratuais antes de receber os preços deles, para evitar omissões por desconhecimento, as quais podem causar desequilíbrio do contrato.  |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 0     | 0%                                       | Tentar admitir valores de mercado quando da negociação com os subempreiteiros.   |
|    |  |        |                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 6     | 55%                                      | Exigir que subempreiteiro faça mensalmente um cronograma físico-econômico de produção, para garantir que haja sempre um equilíbrio entre o (total produzido no mês) X (folha de pagamento + encargos + custos indiretos + impostos).   |

Figura 3.12 - Visão parcial do resultado do primeiro turno da pesquisa com os “tomadores de decisão”

Tabela 3.9 - As 10 ações mais votadas no primeiro turno da pesquisa Delphi

| Percentual de entrevistados que escolheram esta ação | Ações propostas para combater os principais riscos  |
|--|---|
| 82%  | Estipular juntamente com o empreendedor prazos máximos para aceitar modificações dos proprietários, conforme início das atividades no cronograma físico da obra, com 30 a 60 dias de antecedência, dependendo do serviço.   |
| 64%  | Checar as quantidades e preços unitários dos subempreiteiros antes de contratá-los, para evitar que haja desequilíbrio econômico do contrato (o que certamente causará problemas em algum momento, no futuro).  |
| 64%  | Criar cultura de planejar com antecedência.   |
| 55%  | Exigir que subempreiteiro faça mensalmente um cronograma físico-econômico de produção, para garantir que haja sempre um equilíbrio entre o (total produzido no mês) X (folha de pagamento + encargos + custos indiretos + impostos).  |
| 55%  | Estabelecer rotinas de reuniões entre todas as partes envolvidas, inclusive com penalidades no caso de faltas injustificadas nas reuniões.  |
| 55%  | Cobrar dos subempreiteiros que estes apresentem semanalmente na reunião com a equipe de produção o planejamento detalhado para os 15 dias subseqüentes (15 “days look ahead”).  |
| 45%  | Garantir uma adequada coordenação de projetos, com arquiteto especialista contratado para este fim, caso as modificações sejam aceitas.   |
| 45%  | Buscar auxiliar e desenvolver subempreiteiros em regime de parceria, para que os mesmos tenham preferencialmente um faturamento mínimo garantido através da execução de serviços em várias obras. Em contrapartida haveria menos riscos de problemas para o contratante e melhores preços ofertados nos orçamentos pelo subempreiteiro. |
| 45%  | Melhorar a interface entre as equipes de suprimentos e da produção, fazendo sempre alguém da produção participar da elaboração das cartas-convite e das negociações finais.   |
| 36%  | Contratar mais de uma empresa para cada um dos serviços críticos  |
| 36%  | Fazer pesquisa de saúde financeira (Serasa) antes da contratação para saber a situação real do subempreiteiro e a partir destas informações estabelecer necessidade ou não de diretrizes para o seu acompanhamento mensal.  |
| 36%  | Acompanhar mensalmente de forma corporativa o desempenho de empresas que realizem serviços críticos em mais de uma obra, para que problemas de uma obra não interfiram em outras.   |
| 36%  | Planejar o local de cada entrega antes, para não haver remanejamento, nem mesmo no andar em que forem utilizados os blocos.   |

Para o segundo turno foi montado um novo formulário, que continha apenas estas ações mais votadas no primeiro turno. Os respondentes foram então convidados a votar nas 5 ações que, na opinião deles, teriam a melhor relação custo/benefício ou que melhor eliminariam as causas dos riscos ou os controlariam. Eles foram convidados ainda a justificar os critérios utilizados por eles na decisão.

O resultado completo do segundo turno da pesquisa Delphi encontra-se no Anexo C3.

As 5 ações mais votadas foram:

- “Criar cultura de planejar com antecedência”, proposta para o risco “Falta de planejamento”, escolhida por 73% dos respondentes.

- “Estipular juntamente com o empreendedor prazos máximos para aceitar modificações dos proprietários, conforme início das atividades no cronograma físico da obra, com 30 a 60 dias de antecedência, dependendo do serviço”, proposta para o risco “Modificações de projetos (personalizações)”, escolhida por 64% dos respondentes.
- “Exigir que subempreiteiro faça mensalmente um cronograma físico-econômico de produção, para garantir que haja sempre um equilíbrio entre o (total produzido no mês) X (folha de pagamento + encargos + custos indiretos + impostos)”, proposta para o risco “Custo (valor contratual) baixo”, escolhida por 55% dos respondentes.
- “Cobrar dos subempreiteiros que estes apresentem semanalmente na reunião com a equipe de produção o planejamento detalhado para os 15 dias subsequentes (15 days look ahead)”, proposta para o risco “Falta de planejamento”, escolhida por 45% dos respondentes.
- “Checar as quantidades e preços unitários dos subempreiteiros antes de contratá-los, para evitar que haja desequilíbrio econômico do contrato (o que certamente causará problemas em algum momento, no futuro)”, proposta para o risco “Custo (valor contratual) baixo”, escolhida por 45% dos respondentes.

Os critérios utilizados pelos “tomadores de decisão” na escolha das ações de resposta foram diversos. A maioria dos respondentes baseou-se em sua experiência e conhecimento prévios, excluindo ações já testadas que se mostraram ineficazes ou escolhendo aquelas que surtiram algum resultado positivo. Mas dentre todas as respostas, destacou-se a de um dos respondentes, que classificou as ações em 3 grupos: ações de conscientização e treinamento, ações de controle e monitoramento e ações de punição. Foi explicado por este respondente que suas experiências profissionais e pessoais mostraram ser muito mais eficazes as ações do primeiro grupo em relação aos demais e que as ações do último grupo deveriam ser utilizadas apenas como último recurso.

E, para finalização da apresentação desta pesquisa, estão transcritas a seguir algumas das justificativas dadas pelos demais respondentes, na escolha das 5 ações mais votadas:

- “A cultura de planejar com antecedência é algo abrangente, pois pode envolver várias outras ações citadas como, por exemplo, cobrar do subempreiteiro o planejamento semanal, verificar local de entrega, estipular junto ao cliente prazos máximos de modificações. Pensar na frente os

diversos problemas possíveis e tentar antecipar suas soluções é essencial para o sucesso do negócio”.

- “Estipular os prazos máximos admissíveis para as personalizações é fundamental para que seja possível planejar adequadamente a contratação e execução destes serviços”.
- “Infelizmente muitos dos nossos subempreiteiros não possuem um controle adequado. Eles só percebem um problema tarde demais, o que gera impacto direto para a construtora. Um acompanhamento mensal de despesas x receitas auxiliaria muito, neste caso”.
- “Um planejamento da semana seguinte ou dos próximos 15 dias auxiliaria muito a prever as necessidades da obra e requisitar antecipadamente os recursos (materiais e mão-de-obra) necessários. Certamente muitos atrasos seriam com isso evitados”.
- “É importante ter o valor total exato do serviço para que não se tenha surpresas desagradáveis”.

#### 4. Considerações finais e conclusões

---

Espera-se, com o exposto ao longo deste trabalho, que tenha sido possível mostrar, de forma prática, como o gerenciamento de riscos pode ser utilizado para auxiliar na obtenção da produtividade planejada de um determinado serviço.

Segundo SOUZA (1997), a apropriação permanente dos consumos de materiais e mão-de-obra pode ser extremamente útil para a melhoria contínua. O autor sugere que a implementação desta seja feita através de ferramentas que aliem precisão com simplicidade, para servir de instrumento de discussão construtiva dentro das empresas, de modo a todos os envolvidos na obra sentirem-se à vontade para participar ativamente. Por isso, recomenda-se a aplicação da metodologia apresentada neste trabalho para as principais etapas construtivas de uma obra (serviços críticos) e o registro de tudo em um banco de dados da empresa, para a realimentação do processo.

Desta maneira, semelhantemente a DANTAS (2006), pode-se afirmar que este trabalho procura posicionar-se um passo além de outros trabalhos meramente analíticos, que visam apenas entender a produtividade, pois neste são propostas e votadas ações para mitigar os riscos e melhorar a produtividade, municiando os gestores da produção com informações precisas, porém de simples obtenção, para embasar sua tomada de decisões. Há, todavia, o questionamento de qual o custo para implementação desta metodologia e como seria possível comparar custos versus benefícios? Esta última é a mais difícil de ser respondida, uma vez que nem todos os benefícios podem ser mensurados diretamente. Porém, deve-se procurar entender estes custos como investimentos, uma vez que agregam valor às empresas. No início, a certificação de qualidade também era vista apenas como custo. A partir do momento em que o mercado exigiu esta certificação e as empresas puderam entender os benefícios do processo, ela passou a ter valor. De qualquer forma, haverá naturalmente um tempo para aculturação de todos os envolvidos até que metodologias como a aqui apresentada sejam plenamente compreendidas e os seus benefícios fiquem evidentes.

Cabe ainda mencionar outros objetivos específicos que puderam ser alcançados, quais sejam:

- Foram detectados os principais fatores (ou riscos) que afetam o serviço de alvenaria (através de entrevistas com especialistas e de observações feitas no campo). Conforme esperado, verificou-se que a opinião de engenheiros difere bastante da dos mestres, em função de suas vivências profissionais e dos problemas enfrentados por cada um diariamente na produção, ficando a opinião dos técnicos no meio do caminho entre ambos. Verificou-se, também, que a maioria dos riscos listados segundo os especialistas realmente aconteceu no campo, ao longo da obra, o que demonstra quão importante é aprender a ouvir a opinião da equipe de produção!
- Foi proposta uma forma de apresentar estes riscos, sua importância relativa e soluções possíveis ao corpo gerencial e diretivo de uma empresa.
- Foi aplicado o método Delphi para a escolha de ações que eliminem ou minimizem a probabilidade de ocorrência ou as conseqüências destes riscos.
- Foram levantados valores globais de produtividade do serviço de alvenaria, em edifícios de múltiplos pavimentos, com diferentes subempreiteiros nas mesmas condições e verificado como a capacidade de gestão da produção, a formação e a rotatividade da equipe e o sistema de remuneração escolhido são determinantes para obtenção de uma boa produtividade.
- Foi explicada uma metodologia para fazer orçamentos com análise de riscos na construção civil e salientada a importância de se comparar custos, prazos e qualidade de obras finalizadas com seus respectivos orçamentos para melhoria contínua dos processos de orçamento e planejamento.
- Foram ilustradas as principais formas de alocação de riscos nas contratações e explicado que o conhecimento prévio dos riscos auxilia na escolha da melhor estratégia para cada contratação.

Uma vez que o estudo em uma monografia é limitado e são amplas as possibilidades de estudo e aplicação desta metodologia, propõe-se, para estudos futuros:

- Aprofundar o estudo das 5 ações mais votadas pelos “tomadores de decisão” e seus respectivos riscos, para entender a fundo o motivo de sua ocorrência e propor diretrizes para sua implementação e para verificação de sua eficácia.
- Implementar estas 5 ações mais votadas em uma nova obra e analisar seus efeitos na produção.
- Levantar homens-hora perdidos devido a cada anormalidade ocorrida, para conhecer sua importância relativa e fazer uma avaliação quantitativa, podendo inclusive compará-la à opinião de especialistas, cuja avaliação foi subjetiva.
- Elaborar um estudo mais detalhado dos riscos (classificando-os por exemplo em evitáveis e inevitáveis) e dos tempos associados às atividades produtivas e improdutivas.
- Aplicar esta metodologia para estudar alvenaria em uma obra similar que seja executada com mão-de-obra própria, para estudar os efeitos da terceirização dos serviços sobre os fatores influenciadores da produtividade.
- Propor uma metodologia para contínua realimentação de informações sobre produtividade e prevenção de riscos, em uma empresa construtora.
- Aplicar esta metodologia para outros serviços críticos de uma obra, tais como estrutura de concreto armado e revestimento argamassado.



## 5. Anexos

---

## 6. Referências bibliográficas

---

- ARAÚJO, LUÍS OTÁVIO COCITO DE. **Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** São Paulo, SP. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2000.
- CARRARO, FAUSTO. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria.** São Paulo, SP. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1998.
- CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) SP154. **A simple guide to controlling risk.** Londres, Inglaterra. CIRIA. 2002.
- DANTAS, MANUELA MODESTO. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais.** São Paulo, SP. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2006.
- FLEURY, AFONSO C.C. & VARGAS, NILTON. **Organização do Trabalho.** Editora Atlas. 1987
- HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P. E. **Qualidade: cada erro tem seu preço.** Tradução de Vera M. C. Fernandes Hachich. Téchne. 1992.
- HAWKINS, GLENN. **Site Productivity - A guide to the uptake of improvements.** Reino Unido. BSRIA (Building Services Research and Information Association) TN13/2002.
- HOUAISS, ANTONIO. **Dicionário Houaiss de sinônimos e antônimos.** Rio de Janeiro, RJ. Editora Objetiva. 2003.
- JANNADI, OSAMA & ALMISHARI, SALMAN. **Risk Assessment in Construction.** Estados Unidos. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. Pg492-500. Setembro/Outubro 2003.
- MCKINSEY GLOVAL INSTITUTE. **Produtividade: a chave do desenvolvimento acelerado no Brasil.** São Paulo, SP. McKinsey Brasil. Março 1998.
- MAK, STEPHEN & PICKEN, DAVID. **Using risk analysis to determine construction project contingencies.** Estados Unidos. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. Pg130-136. Março/Abril 2000.
- NADOLNY, ALEXANDRE WOLFF. **Risk analysis and management: the construction of a residential village in Brazil.** Birmingham, Inglaterra. University of Birmingham. 2005.

- SANDERS, STEVE & THOMAS, H.RANDOLPH. **Factors affecting Masonry-Labor Productivity**. Estados Unidos. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. Pg626-644. Dezembro 1991.
- SENAI/DN. **Tendências para o setor da construção civil: segmento de edificações**. Brasília, DF. 2005.
- SILVA, MARIA ANGELICA COVELO. **Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações**. Porto Alegre, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1986.
- SOUZA, UBIRACI E.L. **Desenvolvimento e Implantação de Ferramentas de Controle e Melhoria da Produtividade no uso dos Recursos Físicos**. Seminário Internacional Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios. São Paulo, SP. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1997.
- SOUZA, UBIRACI E.L. **Como aumentar a Eficiência da Mão-de-Obra**. São Paulo, SP. PINI. 2006.
- TACHIZAWA, Takeshy; MENDES, Gildásio. **Como fazer monografia na prática**. 10.ed. Revisada e ampliada. Rio de Janeiro, RJ. FGV. 2006.
- TCPO - **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**. Editora Pini. Pg 36, 37, 148-150. São Paulo. 2003.
- THOMAS, H.RANDOLPH & YIAKOUMIS, I. **Factor Model of Construction Productivity**. Estados Unidos. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. Pg623-639. Dezembro 1987.
- THOMAS, H.RANDOLPH & RAYNAR, KARL. **Scheduled Overtime and Labor Productivity: Quantitative Analysis**. Estados Unidos. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. Pg181-187. Junho 1997.
- THOMPSON, P.A.; PERRY, J.G. **Engineering Construction Risks**. Londres, Inglaterra. 1992.