UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Departamento de Engenharia de Construção Civil

MANUELA MODESTO DANTAS

**PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA MELHORIA DA
PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM EM EDIFÍCIOS
VERTICAIS**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Mestre em Engenharia.

São Paulo

2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Departamento de Engenharia de Construção Civil

MANUELA MODESTO DANTAS

**PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA MELHORIA DA
PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM EM EDIFÍCIOS
VERTICAIS**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Mestre em Engenharia

Área de concentração:
Engenharia de Construção Civil

Orientador:
Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

São Paulo

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Dantas, Manuela Modesto

Proposição de ações para a melhoria da produtividade da Concretagem em edifícios verticais / M.M.Dantas. -- São Paulo, 2006.

173 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

**1.Concretagem 2.Produtividade 3.Método Delphi
3.Administração da produção.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.**

A meus pais, por sua compreensão e apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho e para meus irmãos, pelo companheirismo em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, que muito me ensinou, contribuindo para meu crescimento científico e profissional e pela atenção e apoio durante o período do trabalho.

Ao Prof. Dr. Francisco Cardoso e ao Prof. Dr. Carlos Eduardo de Siqueira Tango pela colaboração importante no exame de qualificação.

Às minhas amigas Auriciane e Fabiana Ribeiro, pelos dias que passamos juntas, pela amizade, pelo apoio e por tudo o que vocês me ensinaram.

À minha amiga de sempre, Fabiana Rosa Borges, pela ajuda nessa etapa final.

Aos meus amigos da Sala Asteróide, Buraco Negro e S-35, pelos dias felizes em que passamos juntos.

Aos meus amigos, Fabiana Cleto, José Yolle, Ana Luisa, Gabriela, Renata, Rosiany, Juliana, Patrícia, pelos momentos de estudo e de diversão.

E, por fim, ao meu amor, Gustavo Henriques, pela sua atenção, apoio e compreensão.

SUMÁRIO

.....	I
LISTA DE FIGURAS	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.A IMPORTÂNCIA DA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE CONCRETAGEM	1
1.2.CONTEXTO DO TRABALHO	5
1.3.OBJETIVOS	6
1.3.1. <i>Objetivo geral</i>	6
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	6
1.4.METODOLOGIA DA PESQUISA	6
1.5.ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2. PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM	11
2.1. O SERVIÇO DE CONCRETAGEM.....	11
2.1.1 <i>Considerações iniciais</i>	11
2.1.2 <i>O concreto</i>	12
2.1.3 <i>A concretagem</i>	13
2.1.3.1 Recebimento.....	14
2.1.3.2. Transporte.....	15
2.1.3.3. Lançamento	20
2.1.3.4. Espalhamento	22
2.1.3.5. Adensamento	22
2.1.3.6. Nivelamento	25
2.1.3.7. Acabamento Superficial	26
2.1.3.8. Cura	28
2.2.PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	29
2.2.1. <i>Considerações iniciais</i>	29

2.2.2. <i>A importância do estudo da produtividade da mão-de-obra</i>	31
2.2.3. <i>Definições</i>	32
2.2.3.1. <i>Produção</i>	32
2.2.3.2. <i>Produtividade</i>	35
2.2.4. <i>Indicadores de produtividade</i>	36
2.2.5. <i>O modelo dos fatores</i>	41
2.3. <i>PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE CONCRETAGEM</i>	42
2.4. <i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	49
3. MÉTODOS PARA INVESTIGAÇÃO DE OPINIÕES DE PESSOAS ...	50
3.1. <i>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</i>	50
3.2. <i>ENTREVISTAS</i>	50
3.2.1. <i>Objetivos das entrevistas</i>	50
3.2.2. <i>Tipos de entrevistas</i>	51
3.2.3. <i>Diretrizes da entrevista</i>	53
3.3. <i>MÉTODO DELPHI</i>	55
3.3.1. <i>Considerações iniciais</i>	55
3.3.2. <i>Histórico do método Delphi</i>	56
3.3.3. <i>Conceituação</i>	58
3.3.4. <i>Quando usar o método</i>	61
3.3.5. <i>Características do método</i>	62
3.3.6. <i>Aplicação do método</i>	64
3.3.6.1. <i>Elaboração do questionário</i>	66
3.3.6.2. <i>Seleção dos painelistas</i>	71
3.3.6.3. <i>Análise dos questionários e tabulação</i>	73
3.3.6.4. <i>Elaboração do segundo questionário</i>	74
3.3.6.5. <i>Relatório final</i>	75
3.3.7. <i>Críticas ao método Delphi</i>	75
3.3.8. <i>Considerações finais</i>	78
4. LEVANTAMENTO DE FATORES INTERVENIENTES NA	
PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM	79
4.1. <i>LEVANTAMENTO DE FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM POR</i> <i>MEIO DE ENTREVISTAS</i>	79
4.1.1. <i>Metodologia utilizada</i>	79
4.1.2. <i>Resultados</i>	81

4.2. LEVANTAMENTO DE FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM POR MEIO DE ESTUDOS DE CAMPO	93
4.2.1. Metodologia utilizada	93
4.2.2. Levantamento de quantitativos de projeto	93
4.2.3. Levantamentos de campo	96
4.2.4 Determinação e análise das produtividades	97
4.2.5. Fatores levantados através da análise dos valores de produtividade medidos em campo	103
4.3.FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM.....	105
5. AÇÕES PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM	109
5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	109
5.2. UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DELPHI.....	111
5.3. RESULTADO DA PRIMEIRA APLICAÇÃO DO DELPHI	114
5.4. RESULTADO DA SEGUNDA APLICAÇÃO DO DELPHI.....	116
5.5. COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES.....	119
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
6.1. CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS	127
6.2. INSERÇÃO DO TRABALHO NO CONTEXTO ACADÊMICO E PROFISSIONAL	128
6.3. SUGESTÃO PARA NOVOS TRABALHOS.....	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DAS OBRAS	135
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DELPHI PRIMEIRA RODADA.....	142
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DELPHI SEGUNDA RODADA.....	154
APÊNDICE D – ROTEIRO UTILIZADO PARA ENTREVISTAS.....	171

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Fluxograma das atividades desenvolvidas na pesquisa	7
Figura 2-Fluxograma esquemático das etapas da concretagem (adaptado de FREIRE (2001))	14
Figura 3-Equipamentos para transporte do concreto sem decomposição do movimento: a)bomba-lança; b)grua.	20
Figura 4-Lançamento de concreto nas fôrmas: a)concretagem de laje com mangote da tubulação da bomba; b)concretagem de laje com caçamba da grua.	22
Figura 5- a) e b) Espalhamento do concreto.	22
Figura 6-Adensamento do concreto, uso de vibrador de imersão.	25
Figura 7-Nivelamento do concreto: a) laje a ser concretada; b) sarrafeamento do concreto.	26
Figura 8- Acabamentos de lajes: a)acabamento vassourado; b)acabamento com desempenadeira “helicóptero”	27
Figura 9-Produção como transformação (adaptada de SLACK et. al, 1999).	33
Figura 10-A produção como fluxo (adaptado de KOSKELA, 2000)	34
Figura 11-Visualização dos tempos considerados para cada RUP.....	46
Figura 12 - Dimensões a serem adotadas para o cálculo do volume de concreto em pilares. (Fonte: ANDRADE, 1999).	94
Figura 13 - Dimensões a serem adotadas para o cálculo do volume de concreto em vigas. (Fonte: ANDRADE, 1999).	95
Figura 14 - Dimensões a serem adotadas para o cálculo do volume de concreto em lajes. (Fonte: ANDRADE, 1999).	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tolerâncias da NBR 7212 em e em laboratório para relação ao ensaio abatimento do tronco de cone.....	15
Tabela 2-Fatores que influenciam os tempos de concretagem.....	45
Tabela 3-RUP's de concretagem contempladas no trabalho adaptada de ARAÚJO (2000). 46	
Tabela 4-Passos do processo Delphi (Fonte DELBECK, 1975).....	64
Tabela 5-Fatores identificados nas entrevistas que influenciam a produtividade da concretagem.....	81
Tabela 6-Planilha utilizada para acompanhamento das concretagens.	96
Tabela 7-Exemplo de planilha para levantamento de Homens-hora.....	97
Tabela 8-Valores de RUP's obtidos nas obras.	99
Tabela 9-Valores de RUP's mínimos, máximos e medianos.....	100
Tabela 10-Fatores que influenciam a produtividade da concretagem identificados no estudo de campo.....	103
Tabela 11-Fatores intervenientes na produtividade da concretagem.....	106
Tabela 12-Ações propostas para melhoria da produtividade da concretagem.	110
Tabela 13-Cargos dos participantes do Delphi.....	112
Tabela 14-Participantes do painel Delphi e Empresas participantes da pesquisa.	113
Tabela 15-Quantidade de votos e percentual de votantes por ação na primeira aplicação do Delphi.	114
Tabela 16-Quantidade de votos e percentual de votantes por ação na segunda aplicação do Delphi.	117
Tabela 17-As 5 ações mais votadas com comparação do número de votos na primeira e segunda rodadas do Delphi.....	120
Tabela 18-Ações sugeridas com divisão segundo classe a que pertencem.	122
Tabela 19-Ações sugeridas com divisão segundo etapa/aspecto a que pertencem.....	124

PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM EM EDIFÍCIOS VERTICAIS

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo a proposição de um conjunto de ações visando trazer um incremento na produtividade do serviço de concretagem em Estruturas Reticuladas de Concreto Armado (ERCA).

Inicialmente o trabalho baseou-se em um amplo levantamento sobre o tema produtividade da mão-de-obra no serviço de concretagem e sobre métodos de obtenção e avaliação de opiniões de pessoas.

Elaborou-se, com base na realização de entrevistas e de estudos de campo, uma lista de fatores intervenientes na produtividade do serviço concretagem.

A análise dos fatores apontados nas duas abordagens subsidiou a elaboração de uma proposição de ações que, potencialmente, levariam a melhorias nos indicadores de produtividade da concretagem. Um questionário Delphi serve ao propósito de escolher, dentro do conjunto de propostas, aquelas com maior expectativas quanto à relação custo-benefício, com priorização de ações mais viáveis de serem implementadas.

Como resultados intermediários do trabalho tem-se: a composição de um banco de dados de produtividade da concretagem relativo a 109 casos estudados; a indicação de 36 fatores que influenciam tal produtividade; e a indicação de um método para se questionar as ações mais promissoras para o aumento da eficiência no serviço de concretagem.

As ações escolhidas pelos gestores envolvem, dentre outras, intervenções quanto aos projetos do produto e do processo, mas mostram-se fortemente associadas às relações entre o construtor e o fornecedor de concreto usinado.

Palavras-chave

Estrutura de concreto armado, produtividade, concretagem.

PROPOSITION OF APPROACHES TO IMPROVE LABOR PRODUCTIVITY IN POURING CONCRETE TO PRODUCE MULTI STOREY BUILDINGS

ABSTRACT

This paper proposes a group of actions to be adopted once one intends to improve labor productivity in pouring concrete to mold concrete structures.

Firstly it presents concepts about labor productivity in pouring concrete and discusses some methods to evaluate persons' opinions.

Based on interviews and on site studies, the paper gathers together the factors considered to improve labor productivity.

The author then propose a group of actions that are supposed to positively influence those factors and, then, labor productivity unit rates.

The Delphi approach is then used in order to understand managers opinions about which ideas are considered to have the best cost-benefit relationship while searching for better productivity.

Some intermediary results from this research can be pointed out, as, for example: 103 unit rates gathered from real case studies; the presentation of 36 factors considered to be important in defining expected labor productivity; the proposition of a method to be used to detected interesting approaches to improve efficiency in pouring concrete.

The Mangers choose as the most important actions the ones related to design and process interventions but, mainly, actions associated to the relationship between contractors and pre-mixed concrete producers.

key-words

steel reinforced concrete structures; productivity; concrete pour.

1. INTRODUÇÃO

1.1.A IMPORTÂNCIA DA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE CONCRETAGEM

Inserido no contexto atual de acirramento da competição entre empresas construtoras, que passaram a trabalhar com margens de lucros mais apertadas, o estudo da produtividade dos serviços de Construção Civil surgiu como uma ferramenta importante para auxiliar na melhoria da gestão dos recursos das construtoras.

Cabe ressaltar que a satisfação dos clientes externos não é sinônimo de garantia da eficiência dos processos utilizados para a geração do empreendimento. Melhorias em aspectos de produtividade na execução dos serviços podem, por sua vez, agradar tanto a tais clientes externos quanto aos internos.

Segundo SLACK et al. (1999), a administração da produção trata a maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Para esses autores, administrar a produção envolve uma série de atividades, tais como: entender os objetivos estratégicos da produção, desenvolver estratégias de produção, racionalizar os fluxos de informações, integrar os diversos serviços, planejar e controlar a produção.

Percebe-se, então, que, para que as tecnologias disponíveis sejam bem aplicadas, há necessidade de se administrar o processo produtivo, ou seja, quanto mais eficaz for a gestão da produção, agrupando de forma harmoniosa e racional os diversos elementos, maior o sucesso na construção da edificação.

Essa idéia é confirmada por FREIRE (2001), pois, segundo ele, tão importante quanto o domínio tecnológico, a gestão da produção é entendida como a forma de condução das diversas atividades, tanto isoladamente quanto em conjunto.

O relatório do McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (1998) concluiu que a produtividade da mão-de-obra, no setor de construção no Brasil, é 32% da que ocorre nos Estados Unidos; de acordo com este documento a baixa produtividade da mão-de-obra desse segmento deve-se a deficiências no planejamento e gerenciamento de empreendimentos nas empresas brasileiras.

Assim, nota-se a potencialidade de aumento de produtividade no mercado brasileiro, que pode ser conseguido se encontrados os caminhos apropriados para tal objetivo. Por outro lado, também de acordo com o McKINSEY GLOBAL INSTITUTE (1998), o mercado brasileiro seria capaz de absorver a oferta adicional de mão-de-obra gerada pelo eventual aumento da produtividade na construção.

Partindo desse princípio, o estudo de caminhos que possam levar à melhoria da produtividade na Construção Civil seria facilmente incorporado por empresas de construção civil brasileiras, já que viria a trazer benefícios para o setor.

Para a melhoria da produtividade na Construção Civil, tem-se de buscar descobrir os motivos que geram consumos indevidos de mão-de-obra e materiais e tentar trabalhar na eliminação dos mesmos.

Para SOUZA (2001), sendo o objetivo a redução do consumo indevido de mão-de-obra, é imprescindível o conhecimento dos fatores que fazem tal consumo variar e a quantificação dessa influência.

Estudos (REVISTA CONSTRUÇÃO, 2000; SOUZA, 1996b; FAJERSZTAJN, 1987) indicam que a superestrutura representa algo em torno de 20% do custo da

construção de edifícios habitacionais ou comerciais, ocupando o primeiro lugar na curva ABC de serviços.

Segundo FAJERSTAJN (1987), no Brasil há grande tradição no emprego do concreto armado para execução da superestrutura, sendo a estruturação de edificações com tal material bastante usual desde as construções habitacionais mais simples até as mais complexas obras; assim, a concretagem representa um ponto de grande relevância na execução da obra.

Levando-se em conta esse contexto de busca de melhorias no setor da Construção Civil e, mais especificamente, no processo de construção de edifícios e considerando-se que a superestrutura representa um ponto de grande importância, já que é caminho crítico para execução de outros serviços na obra, seria interessante estudá-la de modo a obter subsídios para tomadas de decisão na gestão do serviço que possibilitasse melhorias no processo.

Estando a gestão dos recursos da empresa diretamente ligada ao custo dos seus bens e serviços, evidencia-se a preocupação crescente do setor com todos os serviços relacionados ao processo construtivo e, dentre eles, o custo referente à etapa da superestrutura configura-se como de grande importância. Inserido nas atividades de execução da estrutura, o sucesso ou não do serviço de concretagem pode influenciar os demais, na medida em que está intimamente ligado à sequência de execução da estrutura, podendo interferir no ciclo como um todo.

Dessa forma, evidencia-se a importância e a necessidade da ampliação de pesquisas para subsidiar tomadas de decisões na atividade de execução dos serviços da superestrutura do empreendimento. Dentro desse tema, a execução da concretagem, que se configura como um dos serviços que compõe a execução da

superestrutura, a qual já foi bastante discutida em termos de tecnologia, necessita ser melhor estudada em termos de gestão.

Em pesquisa que levou a grandes levantamentos de campo (SOUZA et al., 1998) foram registrados dados relativos à produtividade da mão-de-obra no serviço de concretagem.

Observou-se, nesse estudo, que há uma grande variação quanto à produtividade da mão-de-obra relativa a esse serviço, variando de 1,38 a 15 Hh/m³, com mediana de 3,04 Hh/ m³.

Dada a grande variação de resultados, percebe-se o grande potencial de racionalização existente no serviço de concretagem, no qual obras semelhantes podem ter melhor ou pior aproveitamento no uso do recurso mão-de-obra, dependendo dos cuidados e critérios de execução adotados.

Para DÓREA et al. (1999), por meio do estudo da produtividade do serviço de concretagem pode-se obter um diagnóstico que permite detectar falhas do processo, possibilitando a interferência sobre as mesmas, melhorando a qualidade final da estrutura e da obra.

Inserida nesse aspecto, a definição de caminhos que visem à melhor utilização do recurso mão-de-obra no serviço concretagem, com alternativas que objetivem auxiliar as tomadas de decisão em busca da minimização dos sobre consumos existentes, é fundamental para proporcionar ganhos significativos à indústria da Construção Civil.

1.2.CONTEXTO DO TRABALHO

No âmbito do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, este trabalho está inserido no Grupo de Ensino Pesquisa e Extensão em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios (TGP), no qual a autora desenvolve suas atividades de pós-graduação.

No âmbito do TGP está inserido um grupo de pesquisadores que tem estudado a produtividade na Construção Civil, sob coordenação e orientação do Prof. Doutor Ubiraci Espinelli Lemes de Souza. Esse grupo de pesquisadores concentra seus trabalhos na área de gestão, no aprofundamento do conhecimento relativo aos serviços de construção e na busca da melhoria do aproveitamento dos recursos físicos da obra.

Várias dissertações de mestrado, no âmbito desse grupo, envolvendo os temas produtividade e o serviço de execução de estruturas, foram concluídas, como, por exemplo: ANDRADE (1999) apresenta um “Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria”; ARAÚJO (2000) trata de um “Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria”; FREIRE (2001) trata da "Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo".

Além dos trabalhos de dissertação, pode-se citar uma grande pesquisa, realizada pelo grupo de produtividade e concluída em 1999, denominada “Estudo da produtividade da mão-de-obra para a construção de edifícios quanto aos serviços

de: fôrmas, armação, concretagem e alvenaria”, que foi realizada no âmbito dos trabalhos dos pesquisadores supracitados.

O presente trabalho complementa o produto das pesquisas do referido grupo de produtividade, na medida em que, já conhecidas as formas de medição da produtividade, necessita-se agora da proposição de ações para que ela possa ser melhorada, subsidiando, assim, as tomadas de decisão dos gestores da obra.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é a proposição de um conjunto de ações visando trazer um incremento na produtividade do serviço de concretagem em Estruturas Reticuladas de Concreto Armado (ERCA).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho possui, ainda, como objetivos específicos:

- a) levantar valores de produtividade da mão-de-obra quanto ao serviço de concretagem, contribuindo para a ampliação de um banco de dados sobre o assunto;
- b) apontar os principais fatores que interferem na produtividade do serviço concretagem;
- c) adaptar o método Delphi para aplicação na busca de alternativas para melhoria da produtividade do serviço de concretagem.

1.4.METODOLOGIA DA PESQUISA

A Figura 1 mostra os passos essenciais ao desenvolvimento da presente dissertação.

Figura 1-Fluxograma das atividades desenvolvidas na pesquisa

Inicialmente o trabalho baseou-se em um amplo levantamento sobre o tema produtividade da mão-de-obra no serviço de concretagem e sobre métodos de obtenção e avaliação de opiniões de pessoas.

A pesquisa bibliográfica possibilitou o conhecimento sobre a metodologia de obtenção de valores de produtividade da concretagem em campo e análise de fatores intervenientes na mesma, como também possibilitou a escolha de entrevistas como ferramenta para obtenção de informações sobre esses fatores e do Método Delphi para a posterior avaliação das alternativas de intervenção propostas.

Procedeu-se, através da realização de entrevistas semi-estruturadas com engenheiros civis, mestres-de-obras, encarregados e estagiários, ao levantamento de fatores que eles consideravam de grande interferência na produtividade do serviço concretagem.

Paralelamente à execução das entrevistas, fez-se, por meio de um estudo empírico, um levantamento da produtividade da concretagem em campo, com o intuito de se detectarem fatores intervenientes na produtividade da concretagem através de uma abordagem alternativa mais objetiva e complementar com relação às informações levantadas nas entrevistas.

A análise dos fatores apontados nas duas abordagens subsidia a elaboração de uma proposição de ações que potencialmente levariam a melhorias nos indicadores de produtividade; um questionário Delphi serve ao propósito de escolher, dentro do conjunto de propostas, aquelas com maior expectativas quanto à relação custo-benefício com priorização de ações mais viáveis de serem implementadas.

O questionário Delphi foi enviado a um grupo de gestores de diferentes hierarquias, mas com alguma relação com a produção, podendo ser desde diretores até responsáveis por obras nas empresas construtoras. A escolha dos painelistas deveu-se, além do conhecimento dos mesmos sobre o assunto, ao interesse apresentado pelos construtores em melhorarem seus indicadores de produtividade da concretagem. Foi escolhido esse grupo para a detecção de ações de fácil aceitação no nível operacional e com grande potencialidade de serem aplicadas.

O número de painelistas para execução do método foi de 21 pessoas obedecendo ao indicado por WRIGHT (2000), que indica ser um número de painelistas entre 15 a 30 considerado um bom número, suficiente para gerar informações relevantes.

O método Delphi foi utilizado com o objetivo de priorizar ações, dentre as propostas, que seriam mais viáveis de implementação e poderiam trazer melhorias futuras na produtividade.

Com o consenso obtido com o Delphi, foi feita uma lista das ações que mais potencialmente viriam a trazer melhorias da produtividade do serviço de concretagem na execução de estruturas de concreto armado.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação é desenvolvida em seis capítulos. O primeiro é relativo à introdução, apresentando as justificativas para o desenvolvimento deste estudo, contextualizando o trabalho e expondo os objetivos e a metodologia da pesquisa.

O capítulo 2 aborda o processo de execução do serviço de concretagem de estruturas de concreto armado, analisando todas as suas etapas e, por fim, apresentando uma descrição da produtividade da mão-de-obra na concretagem, colocando sua importância, métodos de coleta de indicadores, conceituação.

O capítulo 3 apresenta um estudo sobre métodos de investigação de opiniões de pessoas, focando o de entrevistas e o método Delphi, que foram utilizados no presente trabalho.

No capítulo 4 são apresentados os fatores intervenientes na produtividade da concretagem que foram obtidos por meio das entrevistas e da análise dos valores de indicadores de produtividade obtidos dos estudos de campo.

O capítulo 5, após a definição das propostas de intervenção pela autora, relata a aplicação do método Delphi e os resultados obtidos em cada etapa do processo e,

por fim, o consenso quanto às ações que possam vir a trazer resultados futuros em termos de melhoria da produtividade e que foram avaliadas no questionário Delphi.

O capítulo 6 traz as considerações finais sobre o trabalho, bem como discute demandas por novos estudos dentro desta área.

2. PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM

2.1. O SERVIÇO DE CONCRETAGEM

2.1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O objeto de estudo desse trabalho é o serviço de concretagem; faz-se importante, dessa forma, entender o que é esse serviço e o que ele representa dentro do universo da obra.

De acordo com a NBR 14931 a concretagem compreende as operações relativas ao transporte e lançamento do concreto.

Esse capítulo, portanto, destina-se a entender todas essas etapas que compõem a concretagem.

A concretagem é um serviço que engloba várias sub-etapas, como dito anteriormente, que envolvem uma grande quantidade de funcionários, tipos de trabalhos e necessita de uma gestão eficiente dos fatores que possam interferir em sua execução para proporcionar um melhor aproveitamento dos recursos físicos e financeiros destinados para a mesma. Faz-se relevante, então, o conhecimento dessa atividade para por meio disso possibilitar as melhorias esperadas.

A necessidade de melhorias na gestão dessa atividade é demonstrada nos trabalhos de AGOPYAN et al. (1998) e SOUZA et al. (1998), que permitiram o conhecimento do consumo de concreto usinado e da produtividade da mão-de-obra no serviço de concretagem.

Nestas pesquisas foi possível observar que há uma grande variação nos índices de perdas de material, que oscilam entre 2% e 23%, com mediana de 9%. Fato análogo

se detecta quanto à produtividade da mão-de-obra, variando esta de 1,38 a 15,0 Hh/m³, com mediana de 3,04 Hh/m³.

Para FREIRE (2001) esta discrepância nos resultados demonstra o grande potencial de racionalização existente no serviço de concretagem, no qual obras semelhantes podem ter melhor ou pior aproveitamento no uso dos materiais e da mão-de-obra, dependendo dos cuidados e critérios de execução adotados.

2.1.2 O CONCRETO

O concreto de cimento Portland é presentemente o mais utilizado material manufaturado. Julgando pelas tendências mundiais, o futuro do concreto parece ser ainda mais promissor, porque, para a maioria das aplicações, ele oferece propriedades adequadas a um baixo custo combinando com os benefícios ecológicos e de economia de energia (METHA & MONTEIRO, 1994).

De acordo com os mesmos autores, estima-se que o consumo mundial de concreto seja da ordem 5,5 bilhões de toneladas por ano, sendo superado apenas pela água. Segundo METHA & MONTEIRO (1994), as razões de ser tão largamente utilizado são as seguintes: excelente resistência à água; facilidade com que os elementos estruturais de concreto podem ser executados, numa variedade de formas e tamanhos; e baixo custo e facilidade de produção/aquisição.

De acordo com TARTUCE, GIOVANNETTI (1990) o concreto é um composto obtido da mistura em proporções convenientes de agregados, aglomerante, água e aditivo, que em função do seu tempo de cura, atinge uma dada resistência à compressão, característica básica dos concretos.

METHA, MONTEIRO (1994) complementam a definição acrescentando que os componentes do concreto proporcionados com exatidão devem ser misturados totalmente, constituindo uma massa homogênea.

A NBR 6118 define concreto estrutural como o termo que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural.

O concreto com fins estruturais pode ser produzido em uma usina ou na obra. Na usina, os materiais são medidos através de balanças, transportados por esteiras e, então, colocados no caminhão-betoneira, que mistura e transporta o concreto até a obra. Na obra, os materiais são medidos em padiolas, por volume, ou em balanças, e misturados em betoneira.

As obras de médio e grande porte, em grandes centros urbanos, comumente utilizam concretos usinados. Essa opção deve-se a diversos fatores, entre eles: maior precisão no proporcionamento; maior uniformidade das diversas betonadas; maior capacidade de produção; possibilidade de repasse da responsabilidade pela qualidade do material para empresa especializada; e eliminação dos espaços para estoque de materiais no canteiro (FREIRE, 2001).

2.1.3 A CONCRETAGEM

Segundo SOUZA (1996a), na produção de elementos de concreto armado, a concretagem consiste essencialmente no lançamento do concreto sobre a fôrma, na vibração para obter o adensamento, no nivelamento e acabamento superficial, em se tratando de lajes.

Como no presente trabalho é considerado que o concreto é usinado, a execução da concretagem abrangerá as etapas de recebimento, transporte e lançamento do concreto.

A norma 14931 apresenta como etapas da concretagem o transporte e o lançamento e traz o adensamento como etapa do lançamento.

A Figura 2 (FREIRE, 2001) apresenta um fluxograma esquemático com as etapas que ele considerou para a concretagem.

FREIRE (2001) considera a cura como uma das etapas da concretagem. A NBR 14931, no entanto, considera a cura como uma das etapas para execução de concreto estrutural.

Figura 2-Fluxograma esquemático das etapas da concretagem (adaptado de FREIRE (2001))

2.1.3.1 Recebimento

O concreto chega à obra em caminhões-betoneira, devendo ser recebido por um profissional qualificado, que irá conferir a nota fiscal, verificando o volume e resistência característica nela constantes, além da integridade do lacre do caminhão, que garantirá que o concreto não foi descarregado desde a sua saída da usina. Durante o recebimento, deverá ser verificada a consistência do concreto, normalmente pelo método do abatimento do tronco de cone, que pode ser feito por

uma empresa especializada em controle tecnológico ou por um operário treinado para tal função (FREIRE, 2001).

No estado fresco do concreto o recebimento do mesmo normalmente compreende a verificação do abatimento do tronco de cone (NBR NM 67) ou outro método adequado. Se no pedido ocorrerem outras exigências, devem ser feitas as devidas verificações em campo comprovação.

Quando realizado o abatimento pelo tronco de cone serão admitidas as tolerâncias da NBR 7212, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Tolerâncias da NBR 7212 em e em laboratório para relação ao ensaio abatimento do tronco de cone.

Abatimento (mm)	Tolerância (mm)
De 10 a 90	+/- 10
De 100 a 150	+/- 20
Acima de 160	+/- 30

2.1.3.2. Transporte

O concreto deve ser transportado até o local de lançamento em tempo compatível com o início de pega do cimento. O conjunto dos equipamentos utilizados para a movimentação do concreto é denominado sistema de transporte (SOUZA (1996a)).

A adequação do canteiro de obras, especialmente do sistema de transporte de concreto, às características e particularidades da estrutura e da obra, são imprescindíveis para a otimização da utilização dos recursos. Em função dos volumes a serem concretados, da velocidade de aplicação, da distância entre o recebimento e a utilização, entre outros aspectos, têm-se condições de ajustar o arranjo físico do canteiro, dimensionando o sistema de transporte de modo a obter

maior rendimento da mão-de-obra e dos equipamentos e diminuir as interferências com as demais atividades. Para isso, torna-se necessário entender as diversas formas de se transportar o concreto (FREIRE, 2001).

Na escolha e dimensionamento do sistema de transporte, devem ser contempladas todas as particularidades da obra e dos locais de recebimento e lançamento. Estudos (ARAÚJO, 2000; FREIRE & SOUZA, 2000; LICHTENSTEIN, 1987) demonstram que as definições do arranjo físico do canteiro e dos fluxos e equipamentos de transporte são responsáveis por boa parte da produtividade na execução dos serviços, concluindo que não se pode preestabelecer um sistema de transporte generalizado, pois a melhor solução para uma determinada obra pode ser insatisfatória para uma outra, e vice-versa.

De acordo como a Portland Cement Association (PCA¹), associação dos Estados Unidos, tem havido poucas, ou nenhuma, grande mudança nos princípios de conduzir o concreto nos últimos 40 anos, o que tem mudado é a tecnologia que impulsiona o desenvolvimento de melhores equipamentos para realizar esse trabalho de forma mais eficiente. O carrinho-de-mão com uma roda de ferro foi transformado na jérika de 2 pneus e no carrinho-de-mão com uma roda de pneu, a caçamba de arrasto sobre cabos tem sido içada por guias. Como o edifício de concreto armado começou a ser cada vez mais alto, a necessidade de dispor as armaduras, as fôrmas e o concreto em níveis elevados conduziram ao desenvolvimento de guias, o símbolo usual dos arranha-céus de hoje em dia (METHA & MONTEIRO, 1994).

¹ No Brasil equivale à Associação Brasileira de Cimento Portland-ABCP.

Algumas mudanças sobre como transportar o concreto são citadas por vários autores. O fundamental é que a escolha do melhor veículo de transporte se baseie nas características da obra para garantir a eficiência dessa atividade.

O transporte do concreto inicia-se no local de produção do mesmo e só se encerra quando este chega à peça a ser concretada. Nesse trabalho será considerada a parte do transporte do concreto realizada dentro do canteiro de obras.

O concreto deve ser transportado do local de recebimento para o de lançamento o mais rapidamente possível para que se mantenha a homogeneidade, evitando-se a segregação dos materiais.

SÜSSEKIND (1984) confirma essa posição afirmando que o concreto deverá ser transportado para o local de lançamento de tal forma que não acarrete desagregação ou segregação de seus constituintes ou perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

A NBR 14931 afirma que o concreto deverá ser transportado do local do amassamento para o de lançamento em intervalo não superior a uma hora, se não houver retardador de pega, e o meio utilizado deverá ser tal que não acarrete desagregação ou segregação de seus elementos ou perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

Segundo TARTUCE; GIOVANNETTI (1990), quando não é possível se atingir a peça com o caminhão-betoneira ou caminhão-basculante, o transporte pode ser classificado em:

- contínuo: calhas, correias transportadoras e bombas;
- descontínuo: jericas, carrinho-de-mão, caçambas, elevadores, guias, guinchos e outros.

A decomposição do movimento em horizontal e vertical pode ou não estar presente no transporte do concreto.

Segundo LICHTENSTEIN (1987), os sistemas de transporte de materiais empregados usualmente em obras de edifícios são classificados em dois tipos essenciais:

- sistemas nos quais o movimento é decomposto em deslocamento horizontal (normalmente usando a energia humana, como no caso das jericas) e vertical (em geral fazendo uso de equipamentos motorizados, como os elevadores de obra);
- sistemas nos quais o movimento não é decomposto, como, por exemplo, guindastes de torre e bombas de concreto (tubulação fixa ou lança).

“A procura da alternativa ótima, em cada caso, deve proporcionar o atendimento a um cronograma preestabelecido e levar ao menor custo global da obra. É necessário prever o dimensionamento do sistema, de forma a alimentar as frentes de serviço que executarão a concretagem, pois a produtividade de tais frentes deve ser compatível, para não comprometer o ritmo e a duração da concretagem” (LICHTENSTEIN, 1987).

O carrinho-de-mão é um equipamento concebido para a movimentação de terra, tendo a sua utilização no transporte de concreto e outros materiais muito criticada. O seu volume reduzido, menos de 80 litros, e a dificuldade de equilíbrio em apenas uma roda tornam o seu uso improdutivo e indutor do desperdício de materiais, no entanto, seu uso pode ser feito em locais de difícil acesso, devido a sua facilidade de manobra. Esse equipamento continua sendo utilizado em muitas obras no Brasil. A jERICA é considerada uma evolução do carrinho-de-mão, sendo bastante usada no transporte a pequenas e médias distâncias. O volume das jericas encontradas no

mercado varia de 110 a 180 litros, e o fato de ter duas rodas, facilitando a sua movimentação, a torna preferida em relação ao primeiro equipamento citado (FREIRE, 2001).

Tanto as jericas quanto os carrinhos-de-mão tornam as concretagens lentas e com intensivo uso de mão-de-obra.

As bombas são utilizadas para conduzir o concreto diretamente do ponto central de descarga à fôrma ou a um ponto secundário de descarga; o transporte é realizado de forma contínua. A tubulação ocupa pouco espaço e pode ser facilmente ampliada.

Segundo METHA & MONTEIRO (1994), quando o transporte é realizado por bombas é necessário um constante fornecimento de concreto fresco, plástico, com certo intervalo de consistência, e sem qualquer tendência à segregação. Devem ser tomados cuidados também com a operação da tubulação e com a sua limpeza ao final da concretagem.

As bombas podem ser estacionárias ou acopladas a lanças, e a opção entre elas é função das características do local a ser concretado, tais como, altura e dimensões, e condições do canteiro. A bomba-lança tem a praticidade de movimentar o mangote mecanicamente durante a concretagem, além de evitar a montagem e desmontagem da tubulação fixa. Seus limitantes são a altura, as dimensões da laje e os espaços no canteiro. A bomba estacionária tem uma pressão maior, alcançando maiores alturas, podendo a sua tubulação fazer percursos horizontais e verticais até o local a ser concretado. Tem como desvantagens a necessidade de uma tubulação fixa, a retirada e remontagem dos tubos no decorrer da concretagem e a utilização de uma mão-de-obra maior para segurar o mangote (FREIRE, 2001).

A grua para o transporte de concreto pode fazer a movimentação horizontal e vertical; a sua adoção diminui a necessidade de mão-de-obra e pode-se transportar, além do concreto, a armadura, a fôrma, e outros itens, mas há a necessidade de planejar uma correta escala de operação para manter a grua ocupada.

A Figura 3 mostra alguns exemplos de sistemas de transporte de concreto.

a)

b)

Figura 3-Equipamentos para transporte do concreto sem decomposição do movimento: a)bomba-lança; b)grua.

Para FREIRE (2001), qualquer que seja o sistema de transporte, é de suma importância o conhecimento do desempenho dos diversos equipamentos, bem como das suas adequabilidades face às diversas características do canteiro e do serviço.

Para RICHARDSON (1987), tão importante quanto o sistema de transporte adotado, é o abastecimento de concreto do sistema, especialmente em situações distantes do local de produção, pois os atrasos no recebimento do concreto poderão acarretar prejuízos no prazo, no custo e na qualidade do serviço.

2.1.3.3. Lançamento

Após chegar ao canteiro de obras, o concreto pré-misturado deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final. Para minimizar a segregação, o concreto não

deve ser transportado ao longo de grandes distâncias enquanto está sendo lançado nas fôrmas (METHA, MONTEIRO, 1994).

Essa posição é confirmada por ANDRIOLO (1984), que indica que a prática de um bom lançamento requer que o concreto seja lançado em sequência, sem possibilidade de ocorrer segregação. É importante que se utilize um concreto uniforme e com trabalhabilidade adequada.

De acordo com a NBR 14931, o concreto deverá ser lançado logo após o amassamento, não sendo permitido, entre o fim deste e o lançamento, intervalo superior a uma hora; todavia, com o uso de retardadores de pega, o prazo poderá ser aumentado de acordo com as características do aditivo.

TARTUCE, GIOVANNETTI (1990) citam algumas precauções que devem ser tomadas no lançamento do concreto:

- em hipótese alguma se fará lançamento após o início de pega;
- as fôrmas devem ser molhadas, evitando, assim, a absorção da água de amassamento;
- a altura de queda livre não poderá ultrapassar 2m; para peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas.

PETRUCCI (1995) recomenda que as camadas de lançamento devam ter altura igual a, aproximadamente, $\frac{3}{4}$ da altura do vibrador.

A Figura 4 ilustra o lançamento de concreto nas fôrmas.

a)

b)

Figura 4-Lançamento de concreto nas fôrmas: a)concretagem de laje com mangote da tubulação da bomba; b)concretagem de laje com caçamba da grua.

2.1.3.4. Espalhamento

Devido à dificuldade de lançar uniformemente o concreto nas fôrmas, após o lançamento, é necessário espalhá-lo. Nessa etapa utilizam-se enxadas ou pás e não se tem o objetivo de nivelar o concreto, mas apenas de distribuí-lo por toda a peça, preenchendo os locais de difícil acesso e facilitando a atividade de nivelamento (FREIRE, 2001).

A Figura 5 ilustra o espalhamento do concreto.

a)

b)

Figura 5- a) e b) Espalhamento do concreto.

2.1.3.5. Adensamento

O adensamento é o processo de moldagem do concreto nas fôrmas e em torno das peças embutidas com o objetivo de expulsar os bolsões de ar retidos. Esta operação

pode ser realizada manualmente, por socamento com uma haste. Na atualidade é quase universalmente feita por métodos mecânicos como, por exemplo, com vibradores, o que torna possível lançar misturas de consistência seca com baixa relação água/cimento ou com uma alta porcentagem de agregado graúdo (METHA & MONTEIRO, 1994).

Para FREIRE (2001), o adensamento tem a função de retirar os vazios do concreto, diminuindo a sua porosidade e aumentando a resistência e a vida útil da estrutura.

ANDRIOLO (1984), por sua vez, comenta que o método de adensamento do concreto deve ser o mais adequado e compatível com as características da mistura do concreto (trabalhabilidade, consistência, diâmetro máximo dos agregados), características e dimensões das armaduras, embutidos, fôrmas etc. Esse autor cita alguns métodos de adensamento do concreto, como, por exemplo: apiloamento, adensamento por vibração na superfície do concreto, adensamento por vibradores sem contato direto com o concreto, adensamento através de mesas vibratórias, adensamento por ação centrífuga, auto-adensamento, adensamento por ação de rolo vibratório, adensamento sob ação de vácuo, adensamento através de vibradores de imersão.

A NBR 14931 afirma que no adensamento manual, as camadas de concreto não deverão exceder 20 cm, e quando se utilizarem vibradores de imersão, a espessura da camada deverá ser aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha; se não se puder atender esta exigência, não deverá ser empregado vibrador de imersão.

TARTUCE; GIOVANNETTI (1990) citam alguns cuidados para obter-se um bom adensamento, tais como:

- as camadas de concreto a ser vibrado mecanicamente devem estar entre 45 cm e 60 cm, ao passo que, no socamento manual, as espessuras das camadas não devem ser maiores de 30 cm a 45 cm;
- o adensamento em camadas muito finas facilita a segregação;
- evitar, sempre que possível, a vibração para fazer correr o concreto lateralmente nas fôrmas, pois isso diminui o rendimento útil da vibração e provoca segregação;
- o socamento manual deve ser realizado a pequenos intervalos;
- os vibradores internos devem ser inseridos e retirados vagarosamente no concreto com o aparelho em funcionamento, nas posições vertical ou horizontal, de acordo com a natureza da peça a ser concretada;
- o tempo de vibração deve corresponder, no mínimo, a 90 segundos por metro quadrado;
- evitar a vibração da armadura, para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízo da aderência.

SÜSSEKIND (1984) afirma que o adensamento deverá preencher todos os recantos da fôrma e, durante ele, deverão ser tomadas precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais, devendo-se evitar a vibração da armadura.

A Figura 6 ilustra o adensamento do concreto com uso de vibrador de imersão.

Figura 6-Adensamento do concreto, uso de vibrador de imersão.

2.1.3.6. Nivelamento

Nivelamento é o processo de retirada do excesso superficial de concreto em lajes, de modo a deixar a superfície com o nível desejado. Com um movimento de vai e vem, uma régua plana é pressionada contra a superfície de modo a que o excesso de concreto cortado na face dianteira da régua possa preencher as áreas mais baixas (METHA & MONTEIRO, 1994).

Segundo FREIRE (2001) o nivelamento também é chamado de sarrafeamento por utilizar um sarrafo apoiado em mestras que estabelecem a espessura da laje; pode-se também utilizar taliscas, de aço, madeira ou argamassa como referência de nível. Para que o nivelamento do concreto ocorra, é recomendável que a fôrma da laje esteja nivelada, pois isto facilita o posicionamento correto das mestras, especialmente as com alturas fixas, mas também os demais tipos; portanto, durante a concretagem, torna-se necessário conferir, pela parte de baixo, o nível da fôrma.

A Figura 7 ilustra o sarrafeamento do concreto.

a)

b)

Figura 7-Nivelamento do concreto: a) laje a ser concretada; b) sarrafeamento do concreto.

2.1.3.7. Acabamento Superficial

O acabamento superficial visa dar à superfície da laje a textura desejada.

METHA; MONTEIRO (1994) afirmam que, quando a água de exsudação tiver evaporado e o concreto for capaz de sustentar a pressão dos pés com pequenas marcas, a superfície está pronta para as operações de acabamento superficial.

O desempeno é uma operação realizada com prancha de madeira ou lâminas planas de metal com o objetivo de embeber os agregados, compactar a superfície, e remover imperfeições remanescentes. O desempeno tende a trazer a pasta para a superfície; portanto, o desempeno feito muito cedo ou por muito tempo, pode enfraquecer a superfície.

SOUZA (1996a) classifica as lajes, com relação ao padrão de acabamento superficial, em:

- lajes convencionais: são aquelas em que não existe, durante a execução, um controle efetivo do seu nivelamento e rugosidade superficial;

- lajes niveladas: são aquelas que possuem controle do seu nivelamento, de maneira que a camada reguladora (contrapiso) passe a ser aplicada com a espessura especificada no projeto, sem, no entanto, dispensar o seu uso;
- lajes acabadas: são aquelas que oferecem um substrato com adequada rugosidade superficial, planeza e nivelamento ou declividade, necessários à fixação ou assentamento da camada final de piso, dispensando a camada de contrapiso.

A execução de lajes acabadas, também chamadas de “laje zero” ou com “contrapiso zero”, é caracterizada pelo grande rigor de nivelamento e planeza e pela textura superficial coerente com o revestimento de piso que irá receber. Para isso, o controle dos níveis é mais rígido do que o convencional, visto que não terá a camada reguladora, e, muitas vezes, utilizam-se equipamentos acabadores de superfície (SOUZA, 1996a).

a)

b)

Figura 8- Acabamentos de lajes: a) acabamento vassourado; b) acabamento com desempenadeira “hélicóptero”.

2.1.3.8. Cura

PETRUCCI (1995) define cura como o conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, que rege a pega e seu endurecimento.

ANDRIOLLO (1984) afirma que a cura é fundamental para manter o teor de umidade adequado à temperatura favorável no concreto, durante a hidratação dos materiais aglutinantes, de modo a propiciar a adequada evolução das propriedades. A cura é essencial para a qualidade do concreto. A resistência e a durabilidade são amplamente atingidas somente se a cura for adequada, por um período também adequado.

A cura, segundo a NBR 14931 (ABNT, 2003), deverá ser feita pelo menos durante os sete primeiros dias após o lançamento do concreto, aumentando este mínimo quando a natureza do cimento o exigir. Esta proteção pode ser feita mantendo-se umedecida a superfície do concreto ou protegendo-a com uma película impermeável.

A cura pode ser efetuada por represamento ou imersão, borrifamento de água ou pelo uso de revestimentos saturados de água que retenham umidade, como sacos de aniagem. Esses métodos permitem o resfriamento através da evaporação.

Outro grupo de procedimentos baseia seus princípios em prevenir a perda de umidade do concreto pela vedação da superfície de concretagem através da aplicação de manta de papel impermeável, mantas de polietileno, ou componentes formadores de membrana de cura.

2.2.PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1.CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com o acirramento da disputa por menores custos e prazos, as empresas construtoras passaram a investir com mais interesse na gestão dos recursos físicos demandados para a produção.

Dessa forma, segundo NEVES et al. (2002), as empresas de construção civil vêm buscando formas de aprimorar seus processos produtivos e gerenciais. A busca pela implementação de seus processos visa à melhoria de seus produtos finais, com conseqüente acréscimo no valor percebido de seu produto, pelo cliente final. Seja por meio da busca pela certificação ISO 9000 ou de outros programas indutores de melhorias, as empresas têm procurado trabalhar e aprimorar seus processos.

Outro fator que potencializou o aumento da produtividade foi a utilização de processos industrializados e racionalizados.

SABBATINI (1989) classifica os processos construtivos, de acordo com seu grau de industrialização, em:

___Processos tradicionais - baseados na produção artesanal, com uso intensivo de mão-de-obra, com elevados desperdícios de tempo e material;

___Processos racionalizados - que passam a incorporar princípios de planejamento e controle, tendo como objetivos: eliminar desperdícios, aumentar a produtividade; planejar o fluxo de produção e centralizar e programar decisões, sem que disso resultem mudanças radicais nos métodos de produção;

___Processos industrializados - baseados no uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro de obras.

Utilizam predominantemente as técnicas industriais de produção e transporte. O processo industrializado submete-se aos princípios organizacionais da indústria estacionária.

Entende-se que o grau de industrialização é fator diretamente relacionado à produtividade. Salienta-se, porém, que apenas a industrialização dos componentes não é garantia de incremento nos níveis de produtividade. É preciso que a adoção de processos mais industrializados seja respaldada por um perfeito gerenciamento, não só do processo em questão, como de todos os outros a que, direta ou indiretamente, estejam relacionados.

Com o aumento da competição no setor da construção civil, as empresas que desejavam permanecer no mercado tiveram como uma das metas a melhoria da produtividade na execução dos seus serviços, selecionando os meios que proporcionassem tal objetivo.

Para DÓREA & SOUZA (1999), o objetivo principal, não desconsiderando os outros, quando se fala em qualidade, competitividade e produtividade, é sempre a redução de custos do processo produtivo para aumentar o lucro.

Inserido nesse contexto de melhoria de aproveitamento dos recursos, o aprimoramento dos processos e seu controle na indústria da construção civil pode trazer vantagens organizacionais e econômicas, contribuindo para a qualidade geral das obras e para o desenvolvimento do setor.

Dessa forma, fazem-se relevantes estudos de caminhos que possibilitem incrementos nos níveis de produtividade na construção civil.

Neste item, serão discutidos: a importância do estudo da produtividade da mão-de-obra, definições de produtividade, indicadores para sua mensuração e formas de coleta de dados.

2.2.2. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA

A construção civil está inserida em um cenário marcado pela necessidade das empresas em investir em qualidade e melhoria da produtividade. Inserido nesse contexto, o entendimento da produtividade da mão-de-obra é fundamental para a busca de ganhos de produtividade e qualidade.

De acordo com CARRARO et al. (1998), a gestão eficaz dos recursos físicos envolvidos na construção civil, especialmente a mão-de-obra, está entre os principais desafios que esta indústria enfrentará no terceiro milênio. Entre seus problemas crônicos, a má produtividade merece destaque, uma vez que os gestores das obras não costumam ter conhecimento sobre a quantidade de mão-de-obra que se despende para produzir determinado serviço e, conseqüentemente, não têm parâmetros para basearem atitudes corretivas caso seja verificado algum problema.

CARRARO (1997) alega que a mão-de-obra tem se caracterizado por constituir o "calcanhar de Aquiles" dos gerenciadores de processo, ou seja, o verdadeiro gargalo da construção civil, cujos gastos são bastante expressivos e o controle, a mais árdua das tarefas.

Complementando essa idéia, VARGAS (1996), em levantamento feito em mais de cem canteiros, constatou que 47% da jornada de trabalho dos operários corresponde a esperas, paradas e retrabalhos.

A mão-de-obra é o recurso mais precioso participante da execução de obras de construção civil, não somente devido ao custo da mesma, mas principalmente, em função de se estar lidando com seres humanos, que têm uma série de necessidades que devem ser supridas. A medição da produtividade pode ser um instrumento importante para a gestão da mão-de-obra (THOMAS & YAKOUMIS, 1987;

SANDERS & THOMAS, 1991; SOUZA & THOMAS, 1996), podendo subsidiar políticas para redução de custos e aumento da motivação no trabalho.

SOUZA (2000) acredita que a mensuração da produtividade da mão-de-obra seja uma tarefa de extrema relevância, servindo de base para todas as discussões sobre a melhoria da construção. Acredita, ainda, que tais indicadores possam suprir um problema bastante significativo nos atuais sistemas de certificação de empresas, qual seja a falta de avaliação do desempenho das mesmas.

CARRARO (1997), por sua vez, defendendo a mesma idéia, argumenta que o controle e a conseqüente melhoria dos serviços prestados pela mão-de-obra dependem de um conhecimento adequado sobre a mesma. E uns dos meios para se atingir este conhecimento são os estudos sobre produtividade aplicados à construção civil. A apropriação de dados, seguida de sua análise e avaliação, pode definir a metodologia mais coerente capaz de subsidiar, através de informações previamente obtidas, as decisões que objetivem a redução de custos do produto final.

Portanto, o presente capítulo visa o entendimento da produtividade da mão-de-obra e seus indicadores, que servirão de base para a estruturação do trabalho como um todo.

2.2.3. DEFINIÇÕES

2.2.3.1. Produção

Produção, na indústria de transformação, pode ser entendida como o processo que transforma a matéria-prima em produto; na construção, esta etapa corresponde à execução. Contudo, na construção civil, o termo “processo de produção” tem sido

empregado para designar um processo mais amplo, englobando, além da execução, as etapas de planejamento, projeto e suprimentos (PICCHI, 1993).

MARCHESAN (2001) revisa os principais conceitos de gestão da produção, que estão descritos a seguir:

- A Produção como Transformação

Durante a maior parte do século XX, o modelo de transformação (ou conversão) fundamentou o desenvolvimento da administração da produção tanto no campo teórico quanto no prático (KOSKELA, 2000).

De acordo com esse modelo, mostrado na Figura 9, a produção pode ser vista como um processo que converte entradas (materiais e informações) em saídas (produtos e serviços), consumindo para isso uma série de recursos (energia, trabalho, capital, instalações e pessoal) (SCHROEDER, 1993 e SLACK et al., 1999).

Figura 9-Produção como transformação (adaptada de SLACK et. al, 1999).

- A produção como fluxo

Do ponto de vista do fluxo dos produtos, conforme indicado na figura 10, os fenômenos de produção podem ser a transformação, a espera, a inspeção e o transporte (GILBRETH & GILBRETH, (1922)).

Destes, os três últimos são, a princípio, considerados desnecessários, devendo, portanto, ser eliminados ou reduzidos. Os eventos absolutamente necessários para a obtenção de produtos perfeitos são chamados de *"atividades que agregam valor"*,

razão pela qual se convencionou chamar de "*atividades que não agregam valor*" os eventos desnecessários no processo produtivo (KOSKELA, 2000).

Figura 10-A produção como fluxo (adaptado de KOSKELA, 2000)

- A Produção como Geração de Valor

Em meados de 1920, William Paton, um dos mais influentes teóricos da contabilidade no século XX, referindo-se ao conceito de valor, postulou: "*o valor de qualquer bem comum, serviço, ou condição utilizada na produção passa para dentro do objeto ou produto para o qual os itens originais foram consumidos e soma-se ao resultado do produto, conferindo a este seu valor*" (JOHNSON & KAPLAN, (1987)).

Segundo essa definição, o valor de um bem ou produto está bi-univocadamente relacionado com o custo dos insumos utilizados na sua produção e só poderia, portanto, ser acrescido por meio do emprego de melhores matérias-primas ou de mão-de-obra mais qualificada (KOSKELA, 2000).

A dependência do valor em relação ao custo dos insumos, postulada na teoria contábil e financeira, fica ainda mais clara na definição de valor empregada por ROSSETTI (1997): "O valor adicionado é a diferença entre o valor das saídas e o dos suprimentos. Ele corresponde aos custos internos de processamento em que as empresas incorrem, remunerando-se os fatores de produção por eles mobilizados".

Essa visão sobre o conceito de valor acompanhou o desenvolvimento dos sistemas de produção em massa. Contudo, o declínio vivenciado pela *Ford*, entre os anos

vinte e a Segunda Guerra Mundial, contribuiu para destacar os perigos de se abstrair da noção de valor o papel do cliente.

2.2.3.2. Produtividade

Existem diversas definições para o termo produtividade. A seguir serão apresentadas algumas delas.

COSTA (1987) considera que produtividade "é o grau em que um sistema atinge um objetivo de produção", tornando o conceito aplicável apenas a sistemas produtivos.

SOUZA (1998) define a produtividade, com respeito aos bens produzidos com a utilização dos fatores de produção, como a eficácia na transformação de recursos em produtos. Para se medir a produtividade faz-se uso de indicadores, normalmente calculados por meio de uma relação entre as entradas necessárias e as saídas geradas pelo processo. Segundo o autor, para se ter sucesso quanto aos custos, é importante cuidar da produtividade, seja ela financeira (mensurando o sucesso na aquisição dos recursos físicos) ou física (mensurando o sucesso quanto ao uso dos recursos físicos).

Para KELLOGG (1981) a produtividade é considerada como a relação produto gerado por homem-hora.

PICCHI (1993) define produtividade como a relação entre a produção e os fatores produtivos envolvidos. Ainda segundo o autor, a produtividade pode se referir a uma operação, produto ou recurso (trabalho, capital, meios de produção); pode ser medida ao nível do indivíduo, seção, empresa, setor econômico ou nação, e geralmente se apresenta na forma de produtividade econômica e produtividade técnica.

De acordo com ADRIAN (1987), o termo produtividade tem significados diferentes para pessoas diferentes. O mesmo autor utiliza o conceito de produtividade proposto pelo Departamento de Comércio dos Estados Unidos para definir o que considera como produtividade na construção: a razão entre os dólares gerados e a força de trabalho necessária para gerá-los.

No presente trabalho entende-se produtividade como uma relação entre entradas e saídas de um processo.

Inserido nesse contexto SOUZA (2000) entende que o estudo da produtividade no processo de produção de obras de construção civil poderia ser feito sob diferentes abordagens. Em função do tipo de entrada (recurso) a ser transformada, poder-se-ia ter o estudo da produtividade com pontos de vista: físico, no caso de se estar estudando a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão-de-obra; financeiro, quando a análise recai sobre a quantidade de dinheiro demandada; ou social, quando o esforço da sociedade como um todo é encarado como recurso inicial do processo.

É considerada nesse estudo a produtividade da mão-de-obra, a qual é uma análise da produtividade física de um dos recursos utilizados no processo produtivo, qual seja, a mão-de-obra.

2.2.4. INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Faz-se necessário definir indicadores, para a realização da medição da produtividade, e assim poder-se fazer a comparação entre diferentes situações vigentes.

Para o CTE (1994) os indicadores são expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de

produção, dos processos que a compõem e/ou dos produtos resultantes. Afirma, ainda, que os indicadores de produtividade são aqueles que medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos.

Podem-se ter indicadores de produtividade globais ou parciais, definidos a partir do interesse envolvido na sua determinação.

De acordo com SOUZA (1998), a produtividade pode ser analisada em vários níveis hierárquicos. Assim, para a direção geral de um empreendimento, um indicador mais global sobre um serviço (por exemplo, o número de reais gastos por metro cúbico de concretagem) é normalmente desejável. Já para o setor responsável pela aquisição, um indicador interessante pode ser o que relaciona o número de reais demandados para a aquisição de cada unidade de material empregado na obra. Para o pessoal da produção propriamente dita, o conhecimento da eficácia em transformar cada unidade de recurso físico em produto final (por exemplo, o número de homens-horas necessários para se executar uma unidade de serviço), pode ser a informação desejável.

SOUZA (1998) expressa uma relação matemática onde um indicador global financeiro é decomposto em vários indicadores parciais físicos e financeiros:

$$\frac{R\$}{QS} = \frac{R\$_{MO}}{QMO} \times \frac{QMO}{QS} + \frac{R\$_{MAT}}{QMAT} \times \frac{QMAT}{QS} + \frac{R\$_{EQU}}{QEQU} \times \frac{QEQU}{QS}$$

Onde:

R\$= custo total, expresso em valores monetários;

R\$_{MO}= custo de mão-de-obra, expresso em valores monetários;

R\$_{MAT}= custo de materiais, expresso em valores monetários;

$R\$_{EQU}$ = custo de equipamentos, expresso em valores monetários;

QS = quantidade de serviço, expressa em unidades de medição física;

QMO = quantidade de mão-de-obra, expressa em homens-hora;

$QMAT$ = quantidade de materiais, expressa em massa, ou peso, ou unidades;

QEU = quantidade de equipamentos, expressa em horas necessárias.

No presente trabalho, vai-se fazer uma análise da produtividade física do recurso mão-de-obra, que será medida por um índice parcial e, para isso, será feito uso do indicador de produtividade denominado razão unitária de produção (RUP). Este relaciona os homens-hora despendidos (entrada) à quantidade de serviço executada (saída).

A expressão adotada é:

$$RUP = \frac{\text{Homens - hora}}{\text{Quant. Serviço}}$$

Analisando-se a expressão, quanto maior o valor da RUP pior é a produtividade.

Como se pretende padronizar a avaliação da RUP, deve-se padronizar: a quantificação dos Homens-hora (entradas); a quantificação do serviço (saídas); a definição do período de tempo ao qual as mensurações de entradas e saídas se referem.

Medição das entradas

Para se mensurar as entradas devem-se apropriar os Homens-hora demandados. O número de Homens-hora é obtido pela multiplicação do número de homens presentes pelo tempo de duração do seu trabalho.

De acordo com SOUZA (1996b), há três caminhos básicos para coletar os homens-hora despendidos num certo dia em determinada tarefa: através de observação contínua, a partir de folhas de pagamento, e com base nas informações do encarregado da tarefa.

Para o mesmo autor, o uso das folhas de pagamento, reforçado por informações complementares do encarregado, propiciem um caminho fácil e confiável para obtenção destes dados.

Em relação à mão-de-obra contemplada, existem alguns métodos de mensuração:

- Oficiais: quando somente se considera os oficiais diretamente envolvidos;
- Direta: quando se acrescenta os ajudantes diretos ao grupo dos oficiais;
- Global: quando o esforço de apoio é acrescido ao da mão-de-obra direta.

Em relação às horas computadas, consideram-se as horas disponíveis para o trabalho. Para SOUZA (2001), não devem ser descontadas horas de paralisação, nem se deve adotar a postura de computar somente os tempos produtivos, as horas prêmio recebidas também não devem ser computadas.

Nesse trabalho foram consideradas para obtenção das entradas a mão-de-obra direta e as horas que os operários estavam disponíveis para o trabalho.

Medição das saídas

As saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquida.

De acordo com SOUZA (2001), deve ser mensurada a quantidade líquida de serviço em lugar da quantidade bruta. No presente trabalho será considerada essa postura.

Os serviços são medidos em unidades que variam de acordo com os mesmos. Por exemplo, o serviço de alvenaria é medido em área, o serviço de concretagem é medido em volume.

Tempo relacionado ao cálculo da RUP

Diferentes períodos de tempo podem ser considerados quando se proceder ao cálculo da RUP.

A RUP diária é utilizada quando se considera o dia de serviço.

A RUP cumulativa é considerada quando a RUP é calculada utilizando os valores acumulados de entradas e saídas do dia de início ao dia do fim das observações.

A RUP cíclica é utilizada quando o serviço possui ciclos bem definidos.

Um outro tipo de RUP, bastante importante, é a **RUP potencial**. SOUZA (1998) define essa RUP como a produtividade “considerada representativa de um bom desempenho e passível de ser repetida muitas vezes na obra que esteja sendo avaliada”. É definida, matematicamente, como a mediana das RUPs diárias cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período de estudo.

Segundo CARRARO (1999), “os princípios que norteiam essa definição baseiam-se nas seguintes considerações”:

- pela própria definição de RUP cumulativa, seu valor é formado pela agregação das produtividades ocorridas tanto em dias “bons” quanto em dias “ruins”. Assim, pode-se dizer que qualquer valor superior ao da RUP cumulativa, não representa um dia de boa produtividade;
- por sua vez, os valores de RUP diária inferiores ao da RUP cumulativa sugerem dias com produtividade de normal a boa. Assim, o valor mediano

destes dias representa um dia de produtividade boa em relação àquela obra e, mais do que isso, uma produtividade real, possível de se obter na respectiva obra.

2.2.5. O MODELO DOS FATORES

THOMAS e YIAKOUMIS (1987) teorizaram um modelo de medição e análise da produtividade da mão-de-obra chamada "O Modelo dos Fatores", o qual foi desenvolvido especificamente para a indústria da construção civil.

Segundo esse modelo, se o conteúdo de um serviço e o contexto em que é realizado não se alterassem ao longo do tempo, a produtividade seria constante. Dessa forma existem fatores de contexto e fatores de conteúdo que fazem a produtividade variar.

SOUZA (2001) propõe como exemplo de fatores ligados ao conteúdo: peso dos blocos usados para fazer a alvenaria; comprimento das vigas para as quais se está executando as fôrmas; seção dos pilares sendo concretados; espessura do revestimento de fachada com argamassa; entre outros. Para os fatores relacionados ao contexto o autor cita: o tipo de equipamento de aplicação (jato ou desempenadeira) do gesso no revestimento de uma parede; o equipamento de acesso à fachada (cadeirinha ou balancim) para aplicação de textura; a temperatura reinante; entre outros.

O mesmo autor comenta ainda que existem algumas ocorrências, denominadas anormalidades, às vezes associadas ao conteúdo, mas normalmente relacionadas ao contexto, que, em função da sua intensidade, provocam grandes distúrbios na produtividade. São exemplos de anormalidades: a quebra de uma grua, chuva torrencial; entre outros.

Segundo THOMAS e YIAKOUMIS (1987), esses fatores causam mudanças na curva real de produtividade, se esses fatores pudessem ser matematicamente extraídos da curva real, a curva gerada diz respeito à produtividade potencial para o serviço em questão.

A forma e magnitude da curva potencial serão função de aspectos relacionados: ao canteiro da obra, aos métodos construtivos e a construtibilidade.

O modelo dos fatores irá nortear a análise da produtividade no presente trabalho, a escolha desse modelo deu-se por esse apresentar diversas vantagens, as quais foram levantadas em ARAÚJO (2000):

Barato: o sistema de mensuração é de fácil implementação e apresenta baixos custos de implantação;

Simples: os dados requeridos são poucos e apresentam facilidade na coleta em campo;

Rápido: a retroalimentação é rápida, de forma que as ações corretivas podem ser tomadas mesmo durante atividades de curta duração;

Comparativo: informações e dados coletados, analisados e estudados possibilitam a comparação entre diferentes empreendimentos.

Apurado: os resultados refletem o que está ocorrendo.

2.3.PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE CONCRETAGEM

A produtividade da concretagem, de acordo com a abordagem física da mão-de-obra, é considerada a eficiência na transformação do esforço humano em serviço de concretagem.

O serviço de concretagem é normalmente dividido em duas partes: a concretagem de pilares e a concretagem de vigas + lajes (a concretagem das escadas pode estar associada a uma das duas partes ou parcialmente a ambas). Essa divisão normalmente é adotada para o levantamento da produtividade da mão-de-obra em campo, para o serviço de concretagem.

A unidade de mensuração da RUP para o caso específico da concretagem é Hh (Homem-hora) por m^3 de estrutura concretada.

O serviço de concretagem pode ser analisado analiticamente de modo a serem expostas considerações que influenciam na medição da produtividade, tais como:

- O serviço de concretagem ocorre em ciclos e não de modo contínuo;
- O serviço de concretagem, em relação ao tempo de execução do mesmo, para cada evento, se compõe de momentos distintos, podendo-se dividir o período total de concretagem nas seguintes etapas: tempo de preparação, tempo de descarregamento de caminhão, tempo de espera/troca entre caminhões, tempo de finalização;
- A expressão do indicador de produtividade pode ser decomposta de modo a contemplar esses diferentes momentos abrangidos pela concretagem, como também para explicitar a influência do tamanho da equipe e da velocidade de descarregamento do concreto;

Segundo ARAÚJO (2000) a concretagem é um serviço que tem como “período de estudo” um único dia, no entanto o mesmo chama a atenção para os chamados “tempos de concretagem” através dos quais diferentes tipos de RUP podem ser expressas.

Os tempos de concretagem são os seguintes:

TEMPO DE CAMINHÃO: é o tempo que se leva para descarregar um caminhão: $\text{Término do descarregamento do caminhão } n - \text{início do descarregamento do caminhão } n$;

TEMPO DE DESCARREGAMENTO: é o tempo compreendido entre o início de descarregamento do primeiro caminhão e o final do descarregamento do último caminhão.

TEMPO DE INÍCIO: é o tempo compreendido entre o horário de início da disponibilização de pessoal e o início efetivo da concretagem (momento em que se inicia o descarregamento do concreto). Ele engloba eventuais alocações de pessoal antes da hora prevista para real início da concretagem, atraso e tempo para posicionamento do caminhão de concreto inicial;

TEMPO DE FINALIZAÇÃO: é o tempo entre a finalização do descarregamento do último caminhão e o horário em que se encerra o turno de trabalho quando nenhuma outra atividade se desenvolve na obra;

TEMPO DE TROCA: para cada par sucessivo de caminhões é o tempo de interrupção provocado pela troca entre os caminhões. Calcula-se da seguinte forma:

quando um caminhão já se encontra na obra, aguardando descarregamento, o

$\text{TEMPO DE TROCA} = \text{Início do descarregamento do caminhão } n - \text{término do descarregamento do caminhão } n-1$; nos casos em que há atraso de caminhão o

$\text{TEMPO DE TROCA} = \text{Início do descarregamento do caminhão } n - \text{Chegada na obra do caminhão } n$;

TEMPO DE ATRASO: para cada caminhão calcula-se da seguinte forma: $\text{Chegada à obra do caminhão } n - \text{Término do descarregamento do caminhão } n-1$. O atraso configura-se sempre que o resultado da equação for maior que 0. O tempo total de atraso é obtido pelo somatório de todos os eventuais atrasos individuais registrados.

A variação desses tempos de concretagem está intimamente ligada a fatores relacionados na Tabela 2.

Tabela 2-Fatores que influenciam os tempos de concretagem.

TEMPOS DE CONCRETAGEM	FATORES
Tempo de descarregamento	Projeto do produto, sistema de transporte, características do material
Tempo de início	Relacionamento concreteira-obra, organização do trabalho, clima, anormalidades
Tempo de troca	Projeto do processo, projeto do canteiro
Tempo de atrasos	Relacionamento concreteira-obra
Tempo de finalização	Organização do trabalho, características do material

Em relação à mão-de-obra considerada, a equipe direta é composta de operários responsáveis pela produção propriamente dita, ou seja, pelo transporte do concreto, lançamento, espalhamento, adensamento, sarrafeamento, acabamento; os operários presentes na concretagem, mas não nas atividades diretamente relacionadas à produção é considerada mão-de-obra indireta e não entra no cálculo das RUP's de concretagem.

Os diferentes tipos de RUPs de concretagem contempladas neste trabalho são definidos em função dos tempos considerados na composição dos homens-hora e da presença ou não do encarregado, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3-RUP's de concretagem contempladas no trabalho adaptada de ARAÚJO (2000).

Nomenclatura das RUP's	Tempos considerados em horas(h)	Equipe considerada em Homens(H)	Equação
RUP caminhão	Caminhão(c)	Direta(di)	$= \frac{H (di) x h (c)}{volume (c)}$
RUP descarregamento	Descarregamento(d)	Direta(di)	$= \frac{H (di) x h (d)}{volume (total)}$
RUP global sem encarregado	Início(i) Descarregamento(d) Finalização(f)	Direta(di)	$= \frac{H (di) x h (d + i + f)}{volume (total)}$
RUP global com encarregado	Início(i) Descarregamento(d) Finalização(f)	Direta(di) supervisor(su)	$= \frac{H (di + su) x h (d + i + f)}{volume (total)}$

A Figura 11 representa esses tempos de concretagem.

Figura 11-Visualização dos tempos considerados para cada RUP.

A RUP por caminhão evidencia a “potencialidade” do serviço, a RUP de descarregamento por sua vez, traz a mostra questões referentes à gestão do serviço como atrasos da concreteira, a organização para a troca entre caminhões na obra. A RUP global inclui os tempos de início e finalização, o que pode evidenciar problemas de planejamento inadequado da concretagem, quando o seu valor é bem superior ao da RUP de descarregamento.

Relembrando a equação da RUP global para concretagem temos:

$$RUP = \frac{Hxh}{m^3} = \frac{H}{\left(\frac{m^3}{h}\right)} = \frac{Equipe}{vel.concretagem}$$

A velocidade de concretagem é definida como a quantidade de serviço dividido pelo tempo total para realização do mesmo, expresso matematicamente pela expressão:

$$V = \frac{m^3}{h}$$

Onde V é a velocidade de concretagem

O tempo total é um somatório dos tempos de descarregamento de todos os caminhões envolvidos na concretagem, dos tempos de troca entre esses caminhões, do tempo de início e do tempo de finalização.

A determinação da RUP de concretagem como também a variação da mesma depende de fatores ligados à determinação da equipe de concretagem, da velocidade de concretagem e dos tempos de concretagem.

Diversos fatores podem afetar a produtividade da concretagem e alterar o valor dos indicadores, diversos desses foram analisados no presente trabalho e serão detalhadamente expostos no capítulo seguinte, por momento será dada uma visão geral sobre esses fatores.

Projeto do Produto

Para ARAÚJO (2000) a tipologia dos elementos estruturais de concreto armado é bastante variável (ao se estudar um único edifício, é comum que se encontrem diferentes tipos de pilares e vigas, por exemplo). As possibilidades de adoção de diferentes tipologias, conjugadas com as inúmeras composições estruturais que podem ser conseguidas, caracterizam um fator relevante ao analisar a produtividade da mão-de-obra empregada na confecção da estrutura.

Esses parâmetros relacionados às condições de projeto do produto podem ser fatores decisivos para o aumento ou a redução dos indicadores de produtividade de campo, sendo, portanto, fundamental o levantamento desses parâmetros quando se desejar fazer um estudo comparativo entre diferentes obras.

Materiais e Componentes

O serviço de concretagem tem como material o concreto fresco, constituído por aglomerantes, agregados miúdos e graúdos, água, adições e aditivos.

O concreto possui diversas características, como foi anteriormente discutido, e todas elas de uma forma ou de outra podem afetar os valores dos indicadores de produtividade, no entanto a característica do concreto fresco que pode estar mais relacionada na variação dos indicadores de produtividade da mão-de-obra na execução da concretagem é a trabalhabilidade, devido a essa propriedade estar associada ao adensamento do concreto, moldagem e homogeneidade do material.

Equipamentos e Ferramentas

Em face à forma como será estudada a produtividade da mão-de-obra no serviço de concretagem, o conhecimento criterioso dos equipamentos utilizados é de extrema importância, a começar pelos equipamentos de transporte, até àqueles utilizados no acabamento do serviço.

Mão-de-obra

O dimensionamento das equipes de concretagem é de suma importância para os indicadores de produtividade obtidos. Não é raro o super dimensionamento dessas equipes, gerado pela não existência de um planejamento para essa atividade para a quantificação do número de pessoas necessárias ao bom andamento do serviço.

Gestão da Produção

A gestão da produção no serviço de concretagem pode fazer variar muito os índices de produtividade, fatores relacionados à gestão da concreteira, bom dimensionamento do canteiro, das equipes de concretagem, dos equipamentos necessários.

2.4.CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo propiciou o entendimento do serviço concretagem, das suas sub-tarefas, dos tempos envolvidos nesse serviço, de como medir a produtividade da concretagem e os fatores que podem fazer esses valores de produtividade variar.

Dessa forma esse capítulo criou base para elaboração de questionário que foi aplicado nas entrevistas semi-estruturadas e também criou base para o levantamento de campo de valores de indicadores de produtividade da concretagem e dos fatores que faziam esses valores variarem.

3. MÉTODOS PARA INVESTIGAÇÃO DE OPINIÕES DE PESSOAS

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente capítulo se propõe a fazer uma rápida análise de dois métodos usualmente utilizados para investigação de opiniões de pessoas: entrevistas e o método Delphi, os quais, pelas suas características, foram utilizados na realização dessa pesquisa.

3.2. ENTREVISTAS

Segundo LEHFELD (1990) a entrevista é uma técnica que permite o relacionamento entre entrevistado e entrevistador.

Trata-se, pois, de uma conversação efetuada face a face, de maneira metódica; proporciona ao entrevistado, verbalmente, a emissão da informação necessária (LAKATOS, 1999).

Para a realização da entrevista, deve-se anteriormente saber claramente o objetivo a ser atingido pela mesma, ter um conhecimento sobre quem será entrevistado, ou seja, o nível de conhecimento dele sobre o assunto tema da entrevista, e marcar com antecedência a hora e o local para realização da mesma.

3.2.1. OBJETIVOS DAS ENTREVISTAS

A entrevista tem como função a obtenção de informações do entrevistado sobre determinado assunto ou problema.

SELLTIZ (1965) apresenta seis tipos de objetivos quanto ao conteúdo das entrevistas, sendo eles:

- averiguação de "fatos". Descobrir se as pessoas que estão de posse de certas informações são capazes de compreendê-las.
- determinação das opiniões sobre os "fatos". Conhecer o que as pessoas pensam ou acreditam sobre os fatos.
- determinação de sentimentos. Compreender a conduta de alguém por meio de seus sentimentos e anseios.
- Descoberta de planos de ação. Descobrir, por meio das definições individuais dadas, qual a conduta adequada em determinadas situações, a fim de prever qual seria a sua.

As definições adequadas da ação apresentam em geral dois componentes: os padrões éticos do que deveria ter sido feito e considerações práticas do que é possível fazer.

- Conduta atual ou do passado. Inferir que conduta a pessoa terá no futuro, conhecendo a maneira pela qual se comportou no passado ou se comporta no presente, em determinadas situações.
- Motivos conscientes para opiniões, sentimentos, sistemas ou condutas. Descobrir por que e quais fatores podem influenciar as opiniões, sentimentos e conduta.

3.2.2. TIPOS DE ENTREVISTAS

As entrevistas podem ser divididas em estruturadas, não-estruturadas e semi-estruturadas.

Segundo LAKATOS (1999), a entrevista estruturada é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas.

Na entrevista estruturada não há liberdade de alteração dos tópicos e nem se faz a inclusão de questões frente às situações.

O motivo da padronização é obter, dos entrevistados, respostas às mesmas perguntas, permitindo que todas elas sejam comparadas com o mesmo conjunto de perguntas, e que as diferenças reflitam diferenças entre os respondentes e não diferenças nas perguntas (LODI, 1974).

Por outro lado, segundo MAZZOTTI (2001), nas entrevistas não estruturadas, o entrevistador introduz o tema da pesquisa, pedindo que o entrevistado fale um pouco sobre ele, eventualmente inserindo alguns tópicos de interesse no fluxo da conversa. Este tipo de entrevista é geralmente usado no início da coleta de dados, quando o entrevistador tem pouca clareza sobre aspectos mais específicos a serem focalizados.

Para LAKATOS (1999), nesse tipo de entrevista o entrevistado tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada.

ANDER-EGG (1978) apresenta três modalidades para esse tipo de entrevista:

- *entrevista focalizada*. Há um roteiro de tópicos relativos ao problema que se vai estudar e o entrevistador tem liberdade de fazer as perguntas que quiser: sonda razões e motivos, dá esclarecimentos, não obedecendo, a rigor, a uma estrutura formal. Para isso, são necessárias habilidades e perspicácia por parte do entrevistador. Em geral, é utilizada em estudos de situações de mudança de conduta.
- *entrevista clínica*. Trata-se de estudar os motivos, os sentimentos, a conduta das pessoas. Para esse tipo de entrevista pode ser organizada uma série de perguntas específicas.

- *entrevista não dirigida*. Há liberdade total por parte do entrevistado, que poderá expressar suas opiniões e sentimentos. A função do entrevistador é de incentivo, levando o informante a falar sobre determinado assunto, sem entretanto, forçá-lo a responder.

A entrevista semi-estruturada, segundo MINAYO (2001), parte da elaboração de um roteiro que propiciará uma “conversa com finalidades”, e as qualidades desse roteiro consistem em enumerar, da forma mais abrangente possível, as questões que o pesquisador quer abranger no campo, a partir de suas hipóteses e pressupostos, advindos da definição do objeto de investigação.

RICHARDSON (1989) complementa essa definição para entrevista semi-estruturada dando uma visão sobre a flexibilidade das mesmas, na medida em que afirma ser possível coletarem-se informações além das inicialmente previstas no roteiro, pois é permitido ao entrevistado demonstrar suas próprias opiniões.

Para o presente trabalho optou-se por utilizar entrevistas semi-estruturadas para obtenção dos fatores que interferem na produtividade. Essa escolha deveu-se a necessidade de se utilizar um roteiro para direcionar os entrevistados em torno das questões mais interessantes ao trabalho e também propiciar flexibilidade aos respondentes de dar informações além das inicialmente propostas no roteiro.

3.2.3. DIRETRIZES DA ENTREVISTA

Para LAKATOS (1999), para se ter êxito na entrevista, algumas normas devem ser observadas quanto a diferentes aspectos da mesma:

- **Contato inicial.** O pesquisador deve entrar em contato com o informante e estabelecer, desde o primeiro momento, uma conversação amistosa, explicando a finalidade da pesquisa, seu objeto, relevância e ressaltar a necessidade da

colaboração. É importante obter e manter a confiança do entrevistado, assegurando-lhe o caráter confidencial de suas informações. Criar um ambiente que estimule e que leve o entrevistado a ficar à vontade e a falar espontânea e naturalmente.

- **Formulação de perguntas.** As perguntas devem ser feitas de acordo com o tipo da entrevista: nas padronizadas, obedecendo ao roteiro ou formulário pré-estabelecido; nas não padronizadas, deixando o informante falar à vontade e, depois, ajudando-o com outras perguntas, entrando em mais detalhes. Para não confundir o entrevistado, deve-se fazer uma pergunta de cada vez e, primeiro, as que não tenham probabilidade de ser recusadas. Toda pergunta que sugira resposta deve ser evitada.
- **Registro de respostas.** As respostas, se possível, devem ser apontadas no momento da entrevista, para maior fidelidade e veracidade das informações. O uso do gravador é ideal, se o informante concordar com a sua utilização. O registro deve ser feito com as mesmas palavras que o entrevistador usar, evitando-se resumi-las.
- **Término da entrevista.** A entrevista deve terminar como começou, isto é, em ambiente de cordialidade, para que o pesquisador, se necessário, possa voltar e obter novos dados sem que o informante se oponha a isso. É importante que a entrevista mereça aprovação por parte do informante.
- **Requisitos importantes.** As respostas de uma entrevista devem atender aos seguintes requisitos:

1. Validade. Comparação com a fonte externa, com a de outro entrevistador, observando as dúvidas, incertezas e hesitações demonstradas pelo entrevistado.
2. Relevância. Importância em relação aos objetivos da pesquisa.
3. Especificidade e clareza. Referência a dados, datas, nomes, lugares, quantidade, percentagens, prazos etc., com objetividade. A clareza dos termos colabora na especificidade.
4. Profundidade. Está relacionada com os sentimentos, pensamentos e lembranças do entrevistado, sua intensidade e intimidade.

3.3. MÉTODO DELPHI

3.3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O método Delphi é uma ferramenta que se propõe a várias funções dependendo do objetivo de aplicação do mesmo, podendo ser utilizado para procurar alternativas acerca de assuntos críticos do presente ou do futuro, para prospectar o futuro, para ajudar na identificação de problemas, obter metas e prioridades e identificar soluções de problemas.

Sucintamente falando, o Delphi é um método para se estruturar a comunicação de um grupo de especialistas, através de interações realizadas por meio da repetição de questionários, acompanhadas de feedback, mantendo-se o anonimato das respostas dos participantes, na busca de um resultado específico. Originalmente, o resultado esperado era obter um consenso a respeito do assunto pesquisado; mais recentemente esta visão foi reavaliada e diversas variações do Delphi emergiram.

O método Delphi pode ser utilizado praticamente por todos os tipos de organizações, como técnica de auxílio à tomada de decisão.

No presente trabalho o método Delphi foi utilizado com o objetivo de se obterem prioridades sobre ações que tenham melhor desempenho para melhoria da produtividade da concretagem.

3.3.2. HISTÓRICO DO MÉTODO DELPHI

O nome Delphi foi cunhado por Kaplan, um filósofo que trabalhava para a Rand Corporation liderando um esforço de pesquisa para melhorar as previsões de especialistas no estabelecimento de políticas. A técnica Delphi foi desenvolvida nos anos 50 por Gordon, Helmer e Dalkey, que também trabalhavam para a Rand Corporation. Os experimentos iniciais foram todos na área militar. Em 1964, Gordon e Helmer publicaram um artigo que suscitou o interesse dos pesquisadores pelo Delphi. A técnica foi desenvolvida como um método para aumentar a precisão de previsões (WOUNDERBERG, 1991).

Para CAMPANA (1988), o "Projeto Delphi" foi realizado pela Rand Corporation com o propósito de utilizar, de maneira prática, as opiniões de especialistas em diversos assuntos. LINSTONE (1975) complementa essa idéia afirmando que o objetivo original do estudo era de obter o mais confiável consenso de opiniões de um grupo de "experts", através de uma série de questionários entremeados com realimentações controladas de opiniões.

A técnica Delphi passou a ser disseminada no começo dos anos 60, com base em trabalhos desenvolvidos por Olaf Helmer e Norman Dalker, pesquisadores da Rand Corporation (ESTES E KUESPERT, 1976). O objetivo original era desenvolver uma técnica para aprimorar o uso da opinião de especialistas na previsão tecnológica. Ao

longo do tempo a técnica passou a ser utilizada para previsão de tendências sobre os mais diversos assuntos.

T. J. Gordon e Olaf Helmer publicaram, em 1964, um estudo da Rand Corporation intitulado "Relatório de um Estudo de Previsão de Longo Prazo", onde se tentavam prever as direções que tomariam temas como ciência e tecnologia em um prazo de dez a quinze anos. Tal estudo cobria seis tópicos: avanços científicos, controle populacional, automação, progresso espacial, prevenção de guerra e sistemas de armamentos.

Segundo CAMPANA (1988), nessa mesma época começaram a aparecer artigos sobre o método na literatura técnica-científica, e o mesmo se disseminou rapidamente pelos Estados Unidos, Europa e Japão. O estudo de previsões sempre foi vital para a alocação de recursos nas áreas de Pesquisa e Desenvolvimento e, sendo os métodos tradicionais razoavelmente inadequados para tal finalidade, o Delphi os substituiu com larga vantagem, consolidando-se aí como uma técnica que se prestava muito bem, inclusive, a várias outras finalidades.

Com o desenvolvimento do método surgiu o Delphi de política, ou "Policy Delphi", com o objetivo de se procurarem alternativas acerca de assuntos críticos do presente, ou do futuro, e suas conseqüências.

De forma geral o método Delphi é empregado, hoje, em diferentes áreas e estudos, como: educação, negócio, gerenciamento, marketing, manufatura, finança, economia, recursos humanos, cuidados com a saúde, informação, setor imobiliário, relações internacionais, ciências sociais, engenharia, lazer e turismo, meio ambiente, transporte, entre outros.

O método Delphi passou a ser utilizado não só como instrumento de previsão, mas também como uma ferramenta eficaz para subsidiar a tomada de decisões sobre eventos presentes que carecem de intervenção.

3.3.3. CONCEITUAÇÃO

Segundo LINSTONE & TUROFF (1975), o Delphi pode ser caracterizado como um método para a estruturação de um processo de comunicação de grupo de forma que o processo seja efetivo em permitir que um grupo de indivíduos, como um todo, lide com um problema complexo.

CAMPANA (1988) complementa o conceito anterior afirmando que o método Delphi é uma ferramenta que se baseia quase que exclusivamente no conceito de probabilidades subjetivas, ou seja, probabilidades avaliadas a priori através de fontes e métodos empíricos. Dessa forma, justamente um dos tipos de informação que mais facilmente se pode obter de um técnico ou de um especialista, o qual, através da sua experiência acumulada, pode avaliar com uma grande chance de acerto.

SACKMAN (1975) resume sucintamente o método Delphi a uma tentativa de coletar opinião de especialistas de maneira sistemática a fim de obter resultados úteis.

O método Delphi consiste na aplicação de questionários interativos a especialistas, de forma individual, a fim de manter o anonimato de suas opiniões, oferecendo “feedback” dos resultados a cada interação, até que se obtenha um consenso.

Na verdade, com o desenvolvimento do Delphi, o consenso deixou de ser exigido dependendo do tipo de informação que se deseja coletar. (KAYO & SECURATO, 1997).

Segundo CAMPANA (1988), existem duas modalidades principais de Delphi. A primeira, denominada habitualmente de "Delphi Convencional", refere-se à versão "lápiz e papel" do método, onde um grande grupo de pessoas responde a um conjunto de questionários desenvolvidos e controlados por um pequeno grupo de monitoração. Ao grupo de respondentes é garantida, pelo menos, uma chance de revisão e reavaliação de suas respostas, baseando-se, para isso, nas respostas grupais, devidamente sumarizadas. De certa forma esta variante do Delphi pode ser entendida como um misto de coleta e conferência, na qual a maior parte do esforço relativo à comunicação é atribuída aos monitores do processo.

A outra modalidade é chamada de "Delphi em tempo-real", o qual substitui o grupo de monitoramento por um computador ou uma rede de computadores. Em tal conferência informatizada, as tarefas de compilação e sumarização das avaliações individuais são todas realizadas automaticamente, diminuindo-se assim, consideravelmente, o tempo gasto entre as diversas e necessárias interações do processo, bem como os custos associados a ele. Mas, de acordo com CAMPANA (1988), é quase improvável que se possa fugir de pelo menos um Delphi convencional, realizado como piloto, no qual se depurarão as questões a serem tratadas no "Delphi em tempo-real".

Para LINSTONE & TUROFF (1975), os processos Delphi podem ainda ser divididos, segundo seus objetivos, em:

- ✓ Delphi de previsão, onde se procuram avaliações probabilísticas a respeito de futuros eventos ou tendências, sendo essa a forma mais difundida do método. Neste tipo de procedimento são submetidas aos participantes relações pré-elaboradas de eventos ou de tendências, e solicita-se aos mesmos avaliarem

iterativamente e convergentemente as suas probabilidades de ocorrência dentro de múltiplos intervalos de tempo;

- ✓ Delphi de política, ou Policy Delphi, nesse caso se procuram alternativas acerca de assuntos críticos, do presente ou do futuro, que necessitam, ou necessitarão, ser solucionados. Neste procedimento os participantes são solicitados a avaliarem a importância e a pertinência de diferentes tópicos do problema sob análise, em um processo iterativo onde se busca alcançar a convergência, a partir da qual se tentará obter uma relação dos pontos críticos e suas consequências, ordenada pelas suas avaliações.

Sobre o Policy Delphi, TUROFF (1975) afirma que esta variação do método Delphi convencional procura gerar pontos de vista conflitantes tendo em vista, basicamente, três objetivos: (1) assegurar que todas as opções possíveis foram colocadas na mesa para considerações; (2) estimar o impacto e as consequências de qualquer opção em particular; (3) examinar e estimar a aceitabilidade de qualquer opção em particular.

Esta nova aplicação do Delphi caracteriza-se como uma técnica de apoio à decisão, ao invés de um instrumento de previsão.

LANG (2001) descreve outra modalidade de Delphi, o “Decision Delphi”, esta abordagem do Delphi é utilizada para influenciar decisões através de um grupo com interesses diversos sobre o problema. Neste caso, o Delphi é utilizado como um mecanismo de resolução de problemas complexos, onde o uso de um processo estruturado de comunicação em grupo é desejável.

O presente trabalho elegeu o Delphi de política para obtenção dos seus objetivos. Tal escolha deveu-se a se considerar a necessidade de melhoria da produtividade

da concretagem como um evento crítico, o qual necessita de ações que devem ser priorizadas de acordo com sua viabilidade de aplicação por meio de um consenso de opiniões.

3.3.4. QUANDO USAR O MÉTODO

Muitos pesquisadores e estudiosos do método Delphi fizeram uma série de considerações acerca das particularidades, do evento a ser estudado, que caracterizariam a aplicação do método Delphi.

LINSTONE (1975) define que existe uma série de propriedades que permitem a um problema ser candidato a ser tratado pela metodologia Delphi, tais como:

- ✓ o problema não se presta a técnicas analíticas precisas, mas pode se beneficiar de julgamentos subjetivos de uma base coletiva;
- ✓ os indivíduos necessários para contribuir para o exame de um amplo ou complexo problema não possuem qualquer histórico de comunicação adequada e podem representar “backgrounds” distintos com respeito à sua experiência sobre o tema;
- ✓ mais indivíduos são necessários além dos que possam efetivamente interagir em uma troca de idéias face-a-face;
- ✓ tempo e custos tornam inviáveis freqüentes encontros grupais;
- ✓ a eficiência de encontros face-a-face pode ser aumentada através da suplementação de um processo de comunicação grupal;
- ✓ discordâncias entre indivíduos são tão severas ou politicamente empalimáveis, que o processo de comunicação deva ser arbitrado ou então que o anonimato seja assegurado;

- ✓ a heterogeneidade dos participantes deva ser preservada de modo a assegurar a validade dos resultados, ou seja, evitando-se o domínio pela quantidade ou pela força das personalidades envolvidas;

Para ROWE et al. (1991), o principal critério para o uso do Delphi é avaliar o quanto é indispensável recorrer a informações de julgamento, que podem surgir, por exemplo, em casos em que não há dados históricos ou quando tais dados não são apropriados (ou seja, novos fatores influenciadores, não incorporados em dados históricos, são esperados). O Delphi também pode ser usado em situações onde considerações morais ou éticas (ou seja, subjetivas) dominam as de ordem econômica ou técnicas, ou mesmo em situações em que dados históricos/econômicos/técnicos são muito caros para se obter.

De acordo com DELBECQ (1975), o Delphi pode ser usado para ajudar na identificação de problemas, obter metas e prioridades e identificar soluções de problemas. Ele também pode ser usado para clarear posições e delinear diferenças entre diversas referências de grupo.

3.3.5. CARACTERÍSTICAS DO MÉTODO

As características principais do método são: anonimato; interação com "feedback" controlado; respostas estatísticas do grupo.

O anonimato acontece quando os especialistas escolhidos para a pesquisa não sabem quem está participando do projeto ou, se sabem, não há meios de se comunicarem entre si (VICHAS, 1982).

Para SECURATO et al. (1997) o principal objetivo do anonimato é o de evitar um domínio psicológico por parte de alguns especialistas, seja por razões de

personalidade, por deferência à autoridade ou qualquer outro motivo, de forma a permitir que todos participem e ofereçam a sua contribuição.

Segundo o mesmo autor, de todas as características inerentes ao método Delphi, a questão do anonimato talvez seja a mais importante e também a menos questionada pela literatura pesquisada.

A iteração com “feedback” controlado é a condução do experimento numa série de etapas (“rounds”) e comunicando aos participantes um resumo da etapa precedente; o pesquisador fornece ao grupo somente aquilo que se refere aos objetivos e metas de seu estudo, evitando que o painel se desvie dos pontos centrais do problema (NIQUE, 1990).

O processo de “feedback” tem a missão de consolidar todas as opiniões manifestadas pelos respondentes na rodada anterior.

Os instrumentos estatísticos mais utilizados para consolidar as opiniões dos respondentes são: medidas de posição separatrizes, principalmente mediana e o quartil, as medidas de dispersão e a distribuição de frequência absoluta.

Para CAMPANA (1988), o princípio que norteia o método Delphi, em qualquer de suas variantes, é permitir que um grande número de pessoas interaja entre si anonimamente e, de uma forma controlada, podem-se obter resultados cuja amplitude em muito ultrapassa a simples soma algébrica dos conhecimentos individuais. Ao permitir uma realimentação entre as diversas interações, o método permite uma revisão e até uma convergência de opiniões muito difícil de ser alcançada quando se utilizam métodos convencionais de reuniões e conferências. Nestes casos, variáveis tais como a insegurança dos participantes, as pressões políticas, o medo de rever posições, ou a participação de elementos de

personalidade muito forte e impositiva, acabam por introduzir distorções e tendências que são praticamente eliminadas através do anonimato que se impõe ao grupo de participantes.

3.3.6. APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método Delphi se caracteriza pela aplicação sucessiva do questionário Delphi a um conjunto de especialistas em várias rodadas. No final de cada rodada é feita uma análise estatística dos resultados, que são compilados e colocados no questionário subsequente que volta ao grupo, o qual terá oportunidade de rever suas repostas à luz das respostas do conjunto. As iterações se sucedem desta forma até que um consenso ou quase-consenso seja atingido.

O passo inicial para a realização do processo, e que é de fundamental importância para o sucesso do mesmo, é a identificação, pelos organizadores do painel Delphi, do objetivo do estudo para, dessa forma, saber que informações podem ser obtidas com o uso do Delphi. WRIGHT (2000) afirma que deve ser feita uma clara definição do objetivo do estudo, especificando o horizonte de tempo e o tipo de resultado desejado.

DELBECK (1975) propõe 10 passos para execução do painel Delphi e indica o tempo necessário para cada passo (Tabela 4).

Tabela 4-Passos do processo Delphi (Fonte DELBECK, 1975).

ATIVIDADES	TEMPO MÍNIMO ESTIMADO
1-Desenvolvimento do questionário Delphi	1/2 dia
2-Seleção e contatar respondentes	2 dias
3-Definição da quantidade de respondentes	1/2 dia

ATIVIDADES	TEMPO MÍNIMO ESTIMADO
4-Desenvolvimento do questionário 1	1 dia
a-Envio do questionário	1 dia
b-Tempo de resposta	5 dias
c-Encorajamento de participantes	3 dias
Análise do questionário 1	1/2 dia
4-Desenvolvimento do questionário 2	2 dias
a-Envio do questionário	1 dia
b-Tempo de resposta	5 dias
c-Encorajamento de participantes	3 dias
Análise do questionário 2	1 dia
4-Desenvolvimento do questionário 3	2 dias
a-Envio do questionário	1 dia
b-Tempo de resposta	5 dias
c-Encorajamento de participantes	3 dias
Análise do questionário 3	1 dia
Preparação e envio do relatório final	7 dias
Mínimo tempo total estimado	44 dias e meio

No entanto, segundo WRIGHT (1986), sobre o prazo de realização do método Delphi, a literatura internacional cita um “Record” de 26 dias para a fase de campo relativa à realização de duas rodadas de um Delphi, sem contar o período de preparo e de análise final dos resultados. No Brasil, tem-se o caso de um Delphi, envolvendo mais de 90 respondentes efetivos, cujas duas rodadas foram realizadas em 60 dias; no entanto, o prazo para uma aplicação completa depende da complexidade do tema e do questionário, do número e engajamento dos

respondentes e da disponibilidade de recursos, especialmente o recurso humano habilitado para a coordenação do processo.

3.3.6.1. Elaboração do questionário

Para DELBECK (1975), a elaboração do questionário é a chave do processo, pois se os respondentes não entenderem a questão principal, a qual é o foco do processo Delphi aplicado, eles poderão responder impropriamente ao mesmo, se tornarem frustrados e perderem o interesse.

O mesmo autor comenta que algumas questões devem ser feitas ao se elaborar o questionário, como, por exemplo: por que você está interessado no estudo? Por que você necessita saber o que você não sabe hoje? Como os resultados do Delphi influenciarão a tomada de decisão quando o estudo for completado.

AVILA (1990) recomenda a construção de um questionário só para pesquisa exploratória, contendo questões abertas, fechadas e mistas. Na elaboração desse questionário, levam-se em consideração dados pessoais do respondente, tais como faixa etária, cargos que exercem, tempo de experiência na área de estudo, formação superior, nome, telefone para contato posterior, e-mail etc.

VINCHAS (1982) recomenda questionários restritos a 15 questões, ou menos, que demandem de 2 a 3 minutos para se responder. Sobre esse mesmo assunto LAKATOS (1999) afirma que o questionário deve ser limitado em extensão e em finalidade. Se for muito longo, causa fadiga e desinteresse; se for curto demais, corre o risco de não oferecer suficientes informações. Deve conter de 20 a 30 perguntas e demorar cerca de 30 minutos para ser respondido; ele comenta, também, que este número não é fixo; variando de acordo com o tipo de pesquisa e dos informantes.

Para AUGRAS (1974), a elaboração de um questionário requer a observância de normas precisas, a fim de aumentar sua eficácia e validade. Em sua organização, devem-se levar em conta os tipos, a ordem, os grupos e a formulação das perguntas e também "tudo aquilo que se sabe sobre percepção, estereótipos, mecanismos de defesa, liderança etc.".

LAKATOS (1999) comenta que o pesquisador deve conhecer bem o assunto para poder dividi-lo, organizando uma lista de 10 a 12 temas, e, de cada um deles, extrair duas ou três perguntas.

Quanto ao tipo de perguntas do questionário, elas são em geral classificadas em três categorias: abertas, fechadas e de múltipla escolha.

LAKATOS (1999) define e dá exemplos desses tipos de perguntas. As seguintes características são apresentadas pelo autor sobre cada tipo:

- ✓ Perguntas abertas. São as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões. Possibilita investigações mais profundas e precisas; entretanto, apresenta alguns inconvenientes: dificulta a resposta ao próprio informante (que deverá redigi-la), o processo de tabulação, o tratamento estatístico e a interpretação.
- ✓ Perguntas fechadas ou dicotômicas. São aquelas em que o informante escolhe sua resposta dentre duas opções: sim e não. Este tipo de pergunta, embora restrinja a liberdade das respostas, facilita o trabalho do pesquisador e também a tabulação: as respostas são mais objetivas.
- ✓ Perguntas de múltipla escolha. São perguntas fechadas, mas que apresentam uma série de possíveis respostas, abrangendo várias facetas do mesmo assunto. A técnica da escolha múltipla é facilmente tabulável e proporciona uma

exploração em profundidade quase tão boa quanto à de perguntas abertas. A combinação de respostas de múltipla escolha com as respostas abertas possibilita mais informações sobre o assunto, sem prejudicar a tabulação.

Para esse tipo de pergunta ainda cabe a seguinte divisão:

- Perguntas com mostruário. As respostas possíveis estão estruturadas com a pergunta, devendo o informante assinalar uma ou várias delas. Tem a desvantagem de sugerir a resposta.
- Perguntas de estimação ou avaliação. Consistem em emitir um julgamento, por meio de uma escala com vários graus de intensidade, para um mesmo item. As respostas sugeridas são quantitativas e indicam um grau de intensidade crescente ou decrescente.

LAKATOS (1999) propõe outra divisão para as perguntas, dessa vez segundo os objetivos das mesmas:

- ✓ Perguntas de fato. Dizem respeito a questões concretas, tangíveis, fáceis de precisar; portanto, referem-se a dados objetivos: idade, sexo, profissão, domicílio, estado civil ou conjugal, religião etc.
- ✓ Perguntas de ação. Referem-se a atitudes ou decisões tomadas pelo indivíduo. São objetivas e devem ser redigidas com bastante cuidado, pois podem despertar a desconfiança do informante.
- ✓ Perguntas de ou sobre intenção. Tentam averiguar o procedimento do indivíduo em determinadas circunstâncias. Os resultados desse tipo de pergunta podem ser considerados aproximativos.

- ✓ Perguntas de opinião. É a parte básica da pesquisa, investigam a opinião do informante sobre o assunto indagado.
- ✓ Perguntas-índice ou perguntas-teste. São utilizadas sobre questões que suscitam medo; é utilizada no caso em que a pergunta direta é considerada imprópria. Mediante este tipo de pergunta, procura-se estudar um fenômeno por meio de um sistema ou índice que o revele.

Quanto ao processo de elaboração das questões, MARTINO (1993) afirma que, embora não haja regras rígidas quanto ao formato das questões de um questionário Delphi, algumas recomendações podem ser seguidas para se evitar erros na sua elaboração.

Para WRIGHT (2000), as principais recomendações para as questões do questionário Delphi são as seguintes:

- ✓ evitar eventos compostos. No evento levantado na questão não pode haver uma parte com a qual o painalista concorda e outra com a qual ele discorda, dificultando a resposta;
- ✓ evitar colocações ambíguas. Evitar a utilização de jargão técnico, considerado como sendo de domínio público, como o uso de termos do tipo "comum", "normal", "uso geral", "segmento significante de" e "será uma realidade", que podem gerar dúvidas, pois as pessoas podem ter diferentes concepções sobre o significado de uma mesma palavra. A solução para este problema é o uso de colocações quantitativas;
- ✓ tornar o questionário simples de ser respondido. O questionário deve ser feito para a conveniência do painalista. São úteis questões do tipo "preencha o espaço em branco" ou "concorda ou discorda".

- ✓ não exagerar na quantidade de questões. Segundo WRIGHT (2000), há um limite máximo prático para o número de questões; este limite depende dos tipos de questões existentes e do perfil dos respondentes, mas um valor aproximado seria de 25 questões.
- ✓ evitar ordenamento de proposições. Deve-se evitar o pedido de priorização entre uma série grande de proposições, como, por exemplo, o ordenamento segundo a importância de quinze projetos de pesquisa. Pode-se substituir o ordenamento por uma avaliação individual da importância de uma dada proposição, ou pela seleção de um subconjunto das proposições mais importantes.
- ✓ permitir complementações dos painelistas. As questões, particularmente da primeira rodada da pesquisa, devem permitir que o painalista acrescente algum comentário que considere relevante.

DELBECK (1975) recomenda que uma carta de apresentação seja feita para acompanhar o questionário; essa carta deve incluir: agradecimentos pela participação, explicar a necessidade da ajuda do respondente, explicar como o resultado do Delphi será utilizado, prover instruções do processo Delphi e as datas para devolução das respostas.

Segundo DELBECK (1975), alguns pontos são importantes para o sucesso do questionário:

1. tanto a carta de apresentação quanto o questionário devem ser claros;
2. não fazer carta de apresentação com mais de uma folha;
3. enviar cartas personalizadas e tornar o questionário visualmente mais atraente;
4. as instruções das questões devem ser claras;

5. simplificar o retorno do questionário;
6. enviar o questionário no mesmo dia que a pessoa concordar em participar do painel Delphi;
7. fixar um prazo específico para o recebimento das respostas.

3.3.6.2. Seleção dos painelistas

A questão da seleção dos respondentes do painel Delphi é um dos fatores mais discutidos pelos críticos do método; deve merecer, portanto, atenção especial, levando em consideração a orientação de especialistas e pesquisadores que estudam e/ou aplicam o método.

Para DELBECK (1975), os participantes do painel Delphi deveriam ter um profundo interesse no problema e importante conhecimento ou experiência no tema.

Dessa forma, o primeiro passo deveria ser identificar um grupo de pessoas que teria posse de informações relevantes sobre o assunto a ser tratado pelo Delphi.

Segundo SECURATO (1997), a maioria das publicações que discute o Delphi afirma que um dos pilares de sustentação do método reside no fato de se utilizarem "especialistas" da área a ser pesquisada.

Existem algumas definições para o termo especialização. BROCKHOFF (1975) define especialização como sendo uma base de autoridade ou como uma forma de autoridade. O autor comenta que especialização é o conhecimento do especialista que pode ser provado por demonstração ou por confirmação de terceiros.

Segundo WRIGHT (2000) deve-se buscar uma distribuição equilibrada entre elementos de dentro e fora da instituição interessada na realização no tema tratado

pelo Delphi, recorrendo-se a universidades, institutos de pesquisa, indústrias e outros setores da sociedade.

A equipe que coordena o Delphi, após a seleção dos Painelistas, entra em contato com os mesmos para explicar os objetivos e necessidades de realização do painel Delphi e motivar a participação dos mesmos.

DELBECK (1975) afirma que o contato com os potenciais participantes pode ser feito por telefone, pessoalmente, ou através de pessoa respeitada pelo futuro respondente. Nesse contato o provável participante deve ser convencido da importância do painel e de sua participação, como também de como o mesmo será realizado e do tempo disponível em cada etapa.

Os questionários só devem ser enviados para quem concordar em participar do processo.

Em relação à quantidade de pessoas que participará do painel Delphi DELBECK (1975) afirma que tal quantidade é variável. Se o grupo de respondentes for homogêneo, 10 ou 15 pessoas podem ser suficientes, no entanto, quando o painel for composto por vários grupos diferentes, algumas centenas de pessoas podem participar.

AVILA (1975) afirma que não existe a exigência de um número mínimo ou máximo de componentes do painel, que pode variar de um pequeno grupo até um grupo numeroso, dependendo do tipo de problema a ser investigado e da população e/ou amostra utilizáveis.

WRIGHT (2000) indica que um número de painelistas entre 15 a 30 é considerado um bom número, suficiente para gerar informações relevantes. GODET (2000) propõe uma quantidade de 100 painelistas.

3.3.6.3. Análise dos questionários e tabulação

Os questionários podem ser entregues em mãos, via correio, ou pelo correio eletrônico (e-mail). Após o retorno dos questionários inicia-se uma fase de análise das respostas e comparação de resultados.

Uma vez disponíveis as respostas do primeiro questionário, a equipe organizadora do Delphi utiliza procedimentos estatísticos, tais como mediana, média e quartis, e associa os principais argumentos às diferentes tendências das respostas.

O tratamento a ser dispensado a cada questão depende, fundamentalmente, do tipo de questão considerado. De uma forma geral, as questões que perguntarem por valores (data de ocorrência de um evento, porcentagem de utilização de uma técnica, relevância de uma atitude etc.) podem apresentar média, mediana, extremos e quartis inferior e superior (ordenando-se os valores do menor para o maior). (WRIGHT, 2000).

Para WRIGHT (2000), a apresentação dos quartis permite uma avaliação do grau de convergência das respostas, auxiliando painelistas e organizadores do painel Delphi na análise das mesmas.

Quando as questões derem grande amplitude de respostas, a mediana deve ser usada em lugar da média.

Segundo WRIGHT (2000), as questões que solicitarem "votações" podem apresentar as quantidades e os percentuais de painelistas que optarem por cada alternativa, ou seja, a distribuição de freqüência das respostas.

ESTES E KUESPERT (1976) sugerem que, em relação às questões que pedem justificativas ou comentários, deve ser feita uma consolidação das respostas de todos os painelistas, a qual apresenta, assim, as justificativas para cada opinião

dada e o número de painelistas que a utilizaram (pode ser conveniente separar as opiniões em dois ou três grupos, definidos a partir da média ou da mediana).

3.6.3.4. Elaboração do segundo questionário

O segundo questionário, que corresponde à segunda rodada do painel Delphi, deve conter os resultados sumarizados das mesmas questões do primeiro questionário, para que cada painalista possa comparar sua resposta com a do grupo e, assim, poder reavaliar sua posição.

A equipe organizadora do Delphi pode incluir novas questões no segundo questionário.

Para DELBECK (1975), o questionário 2 traz benefícios, tais como:

- ✓ as áreas de discordâncias são identificadas;
- ✓ as áreas de concordância são identificadas;
- ✓ os itens que necessitem maior clareza são identificados e discutidos;
- ✓ emerge um claro entendimento de prioridades.

O mesmo autor comenta quatro coisas que o segundo questionário deve conter:

1. deve ser fácil identificar e entender os itens trazidos do primeiro questionário;
2. deve ser fácil adicionar comentários de concordância, discordância, ou explicação de questões;
3. deve ter clareza e simplicidade nas instruções de como responder as questões;
4. deve ser pequeno o suficiente para completar vinte ou trinta minutos do respondente.

O questionário 2 também necessita de uma carta de apresentação, que deve conter um agradecimento pela participação dos painelistas, indicar a importância da continuação do trabalho, os objetivos do segundo questionário e explicações sobre resolução das questões.

3.6.3.5. Relatório final

O relatório final deve sumarizar as metas, o processo Delphi e os resultados obtidos pelo mesmo. O relatório final pode dar legitimidade para as ações a serem tomadas pelos tomadores de decisão (DELBECK, 1975).

É importante, também, que o relatório final contenha um sumário dos resultados da última rodada de questionário aplicado para fechamento do painel Delphi.

Segundo DELBECK (1975), os resultados do estudo Delphi podem prover um guia para o planejamento. Se o Delphi foi usado para identificar problemas, o resultado deve levar ao clareamento da questão, para assim alimentar programas de soluções. Se o Delphi foi usado para identificar componentes essenciais de uma solução, o resultado deve sugerir quais componentes são importantes peças no novo programa. Se o Delphi foi usado para identificar fatores para serem considerados em programas de avaliação, as saídas sugerem os pesos para serem dados a cada fator em programas de avaliação.

3.3.7. CRÍTICAS AO MÉTODO DELPHI

Desde o início de sua utilização são realizadas várias críticas ao método Delphi, sendo as principais devidas a SACKMAN (1975), pelo fato de ele ter sido funcionário da Rand Corporation.

Segundo SECURATO (1997), o método Delphi, embora seja um poderoso instrumento de pesquisa, ainda não é uma unanimidade.

Grande parte das críticas está mais relacionada à aplicação do que à técnica em si, dizendo respeito a questionários mal formulados, a especialistas mal escolhidos.

LINSTONE E TUROFF (1975) apontam alguns fatores que podem gerar insucesso do Delphi, como, por exemplo, a imposição do ponto de vista do monitor da pesquisa, a utilização de técnicas pobres de sumarização dos resultados, ignorar e não explorar pontos de discordância gerando um consenso artificial etc.

WHEELWRIGHT E MAKRIDAKIS (1985), por sua vez, citam algumas questões relacionadas à confiabilidade insuficiente, à possibilidade de apuração de resultados diferentes quando são usados especialistas diferentes, à dificuldade de avaliar o grau de especialização, à impossibilidade de prever o inesperado etc.

SACKMAN (1975) critica muita a questão dos respondentes serem especialistas. Ele cita o fato de pesquisas usando especialistas e não especialistas apresentarem resultados semelhantes. Ele continua a crítica dizendo que o rol de especialistas poderia ter interesses semelhantes gerando um resultado tendencioso, e que esses especialistas poderiam também ter interesses em divulgar o assunto tratado pelo Delphi e assim o resultado do painel seria questionável.

WRIGHT (2000) defende o Delphi quanto à questão dos especialistas, indicando que a consulta a um grupo seleto e limitado de especialistas, que através da sua capacidade de raciocínio lógico, da sua experiência e da troca objetiva de informações pode chegar a opiniões conjuntas sobre as questões propostas.

SECURATO (1997) cita que outro fato que motiva o uso de especialistas é relacionado à qualidade das informações geradas; assim, as informações seriam mais confiáveis. Ele também cita que a maioria dos estudos justifica a utilização de especialistas por estes constituírem um grupo de potenciais inventores e/ou um

grupo de pessoas formadoras de opinião cujas declarações refletiriam previsões confiáveis.

Outro questionamento realizado por SACKMAN (1975) diz respeito a se discussões em grupo levam a melhores resultados do que decisões individuais.

AKASAKA (2000), em sua dissertação de mestrado, defende que vários autores admitem que o sucesso na deliberação em grupo depende da administração hábil de conflitos e dissensões. Ele complementa a idéia sugerindo que essa questão, levantada por SACKMAN (1975), pode estar mais ligada à aplicação do que à técnica em si.

A questão do consenso também é alvo de críticas quanto a sua autenticidade; discute-se se ele é induzido. DOWNES (1991) defende o método afirmando que todo consenso de grupo é formado sob restrições e lembra o clássico exemplo de um processo de julgamento onde ocorrem pressões à conformação tão grandes, se não maiores, quanto no Delphi. E não há dúvidas de que há necessidade de consenso e de que o processo de julgamento é válido.

SACKMAN (1975) continua suas críticas questionando se o anonimato levaria à diminuição da responsabilidade científica no método e nos resultados.

Para DOWNES (1991), na maioria das suas críticas Sackman confunde aspectos ligados à aplicação e não à técnica. Escolha de especialistas pobres, questionários mal formulados, envio dos questionários de forma indiscriminada, escolha de temas muito complexos, e assim por diante, não levarão o Delphi a produzir resultados precisos e confiáveis.

SECURATO (1997), ao comentar as polêmicas que envolvem o método Delphi, afirma que, a despeito das discussões que o método provoca e das lacunas que

possam existir, não se pode negar a grande utilidade do método Delphi em determinados casos. Ele continua afirmando que o método, se usado com criatividade e com o devido cuidado, ainda é um instrumento de grande valia às atividades que buscam identificar oportunidades de investimento.

Como visto, o método Delphi se apresenta como de grande valia quando o enfoque do trabalho é dado ao consenso entre os participantes do painel, na medida em que possa prover uma outra ordem de confiabilidade às informações.

Por outro lado o Delphi, quando usado com propósitos apropriados e com os cuidados necessários, é um instrumento cuja utilidade tem crescido à medida que se propõe estruturar um processo de comunicação de um grupo de indivíduos, de forma a permitir que compartilhem o debate sobre um determinado assunto.

3.3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo criou base para elaboração do questionário utilizado nas entrevistas semi-estruturadas que foram utilizadas para identificação dos fatores intervenientes na produtividade da concretagem, como também propiciou o entendimento do método Delphi e deu subsídios para aplicação do “Policy Delphi” na seleção das ações de melhor custo/benefício para melhoria da produtividade da concretagem por meio de um consenso dos participantes do Delphi.

4. LEVANTAMENTO DE FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM

4.1. LEVANTAMENTO DE FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM POR MEIO DE ENTREVISTAS

4.1.1. METODOLOGIA UTILIZADA

A teoria sobre metodologia de execução de entrevistas e tipologias das mesmas expostas no capítulo 3 subsidiou a escolha de entrevistas semi-estruturadas para a execução dessa fase do trabalho. Essa opção deveu-se a necessidade de realização de uma pesquisa exploratória com coleta de dados que proporcionasse maior flexibilidade para os entrevistados exporem suas opiniões sobre os fatores que faziam a produtividade da concretagem variar e falarem mais espontaneamente sobre suas experiências e impressões sobre o assunto.

Por outro lado, fazia-se necessário que o entrevistador pudesse ter liberdade para entrar em outras questões que não faziam parte do roteiro pré-estabelecido e surgidas a partir das respostas do entrevistado. O uso de entrevistas semi-estruturadas possibilitou essa necessidade e deu um clima mais pessoal a pesquisa, o que favoreceu a coleta de dados.

O objetivo dessas entrevistas foi a determinação das opiniões sobre os "fatos". Conhecer o que as pessoas pensam ou acreditam que os fatos sejam. Nesse caso,

os fatos seriam os fatores que levariam a variações nos valores de produtividade da concretagem.

Após a definição da metodologia utilizada para a coleta de informações, procedeu-se a seleção dos especialistas que seriam entrevistados. Foram selecionados engenheiros civis de produção, gerentes de obra, mestres-de-obra e encarregados de serviço de sete obras diferentes na cidade de São Paulo.

O contato para marcação das entrevistas foi feito por telefone.

As entrevistas foram iniciadas com uma breve explicação aos entrevistados sobre os objetivos da entrevista, a importância da mesma e a relevância do assunto.

Foram entrevistadas 40 pessoas. O local para realização das entrevistas foi à obra de origem dos entrevistados, onde todos os entrevistados ficavam em uma sala com o entrevistador que conduzia a realização da entrevista.

A entrevista foi conduzida com a proposição das etapas/aspectos da concretagem aos entrevistados e os mesmos discorriam sobre os fatores que alteravam os valores de produtividades da concretagem em cada etapa e davam suas opiniões sobre os motivos que levavam esses fatores a interferirem nos indicadores desse serviço. Para a realização da entrevista foi utilizado um roteiro, apresentado no Apêndice D.

À medida que falavam, em alguns momentos foram introduzidas algumas questões para que esclarecessem ou aprofundassem a idéia explicitada.

As respostas e colocações dos entrevistados foram anotadas e gravadas, como também eram feitos registros de suas expressões e atitudes.

Após a execução de todas as entrevistas, elas foram lidas exaustivamente, buscando identificar as semelhanças e diversidades entre as opiniões dos entrevistados sobre os fatores que interferem na produtividade da concretagem.

Em seguida as entrevistas foram articuladas umas as outras e a partir dos pontos convergentes e divergentes foi feito uma relação para todos os entrevistados dos fatores que por etapa da concretagem seriam relevantes para alterarem seus indicadores de produtividade.

4.1.2. RESULTADOS

Realizaram-se entrevistas em sete obras diferentes, edifícios residenciais, nas quais um total de quarenta pessoas foi entrevistado.

Conciliando o resultado de todas as entrevistas geradas obtiveram-se as relações presentes na Tabela 5.

Tabela 5-Fatores identificados nas entrevistas que influenciam a produtividade da concretagem.

ETAPA: INÍCIO CONCRETAGEM	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Dia da semana	<ul style="list-style-type: none"> sexta-feira é o pior dia: todos perdem; trânsito é maior.
Período (manhã ou tarde)	<ul style="list-style-type: none"> à tarde é pior, pois sofrem efeitos de atrasos das obras servidas pela manhã.
Acabar fôrmas/armação antes	<ul style="list-style-type: none"> aumenta a chance de problemas; seria melhor ter tudo pronto no dia anterior.

Antecedência da solicitação	<ul style="list-style-type: none"> • fundamental pedir com antecedência (3 dias) para ser bem atendido.
Refazer solicitação de concreto	<ul style="list-style-type: none"> • gera má vontade da concreteira; • efeito danoso varia com a antecedência da revisão: se quase na hora da concretagem, ou não atendem ou atendem mal; se dentro do prazo do contrato, efeitos normalmente pequenos.
Cuidados que evitam atrasos por parte da obra	<ul style="list-style-type: none"> • testar vibradores antes; • organizar as jericas que serão utilizadas com antecedência; • verificar, o mais cedo possível, se faltou algum funcionário; • verificar, previamente, se a tubulação está travada; • evitar ciclos de fôrma muito curtos; • cuidado com o uso da grua, no dia anterior, para não ter problemas com a mesma.
Aspectos particulares da obra	<ul style="list-style-type: none"> • zona de regras especiais demanda programação especial.
Restrições de vizinhança	<ul style="list-style-type: none"> • analisar regras de condomínios vizinhos (horário mínimo para início e/ou máximo para término de serviços); • atentar para política de boa vizinhança para com moradores de prédios vizinhos.

ETAPA: TROCA DE CAMINHÕES	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Layout do canteiro e acesso para caminhões-betoneira	<ul style="list-style-type: none"> • ter estacionamento dentro da obra e próximo do local de descarregamento é muito bom; • quanto menos obedecida a diretriz acima, mais relevante é o motorista trabalhar com rádio; • tomar cuidado com usos intermediários da grua durante troca de caminhões (exemplo: levar pálete de blocos), pois pode atrasar o reinício da concretagem.
Procedimentos de controle tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • não acham que haja problema quanto à troca.
Deficiência quanto ao suprimento de água no andar	<ul style="list-style-type: none"> • se tiver sistema pressurizado é melhor; • adoção de tambores facilita atrasos intermediários, por espera de água para molhar compensados.
Recomendações especiais quanto ao concreto (exemplo: aditivos especiais)	<ul style="list-style-type: none"> • não acham que haja problema quanto à troca.

ETAPA: ATRASOS INTERMEDIÁRIOS	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Dia da semana	<ul style="list-style-type: none"> sexta-feira é o dia pior.
Distância da obra à usina	<ul style="list-style-type: none"> quanto maior é pior.
Trânsito	<ul style="list-style-type: none"> sexta-feira e horários de pico em todos os dias geram maiores problemas.
ETAPA: FINALIZAÇÃO	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Hora de término	<ul style="list-style-type: none"> providenciar tarefas mais leves para conseguir bem ocupar a mão-de-obra da concretagem quando a mesma acaba no meio da jornada de trabalho.
ASPECTO: VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (ESTRUTURA TODA)	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Tipo de componente sendo concretado	<ul style="list-style-type: none"> do mais fácil para o mais difícil: bloco com bica chegando a ele; laje; laje + viga; vigas-baldrame; pilar; cortina.

Área pavimento	<ul style="list-style-type: none"> • é a área de laje a concretar quem define a dificuldade (e não o volume total); • preferem uma laje de 500 m² que duas de 250 m².
Altura do pavimento	<ul style="list-style-type: none"> • quanto maior a altura a vencer há maiores dificuldades; • no caso de uso de elevadores ou guias, a velocidade de descarregamento torna-se menor; no caso de bombeamento, as chances de problemas tornam-se maiores.

ASPECTO: VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (PILARES)	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Tamanho do pilar	<ul style="list-style-type: none"> • seção maior é melhor.
Compacidade	<ul style="list-style-type: none"> • pilar estreito dificulta penetração do vibrador.
Densidade de armadura pilar	<ul style="list-style-type: none"> • quanto maior é pior; • muitos ganchinhos “seguram” o concreto sendo lançado/vibrado.

Pilar com armadura dupla (vencendo 2 pavimentos)	<ul style="list-style-type: none"> • atrapalha um pouco a concretagem: quanto à entrada do concreto, dá para usar uma bica adequada; quanto à vibração, é um pouco mais complicado; quanto aos cuidados para o pilar não sair do prumo, é pior, pois aço solto pode forçar a fôrma; • Mas tende a minimizar bicheiras no pé, na medida em que não se tenha o traspasse.
Armação de viga pronta	<ul style="list-style-type: none"> • atrapalha.
Pilar de altura dupla	<ul style="list-style-type: none"> • é mais complicado.

ASPECTO: VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (VIGAS)

FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Tamanho das vigas	<ul style="list-style-type: none"> • quanto maior é mais fácil: facilidade de penetração do concreto para vigas mais largas; menos movimentação de mangote em uma viga de 4 metros que em duas de 2 metros.
Largura das vigas	<ul style="list-style-type: none"> • quanto maior é mais fácil o concreto penetrar. Mas a partir de 12 cm não há dificuldades.
Altura das vigas	<ul style="list-style-type: none"> • até 60 cm não há problemas (o vibrador consegue vibrar eficientemente sem ter de fazer em duas camadas);

	<ul style="list-style-type: none"> alturas maiores envolvem mais trabalho: por demandarem concretagem em 2 camadas; e por terem de tomar mais cuidado para evitar bicheiras.
Densidade da armadura das vigas	<ul style="list-style-type: none"> quanto maior é pior; mas o que realmente demanda mais cuidado é a existência de diâmetros grandes das barras longitudinais superiores (por exemplo, em vigas em balanço, dificultando a entrada do concreto e do vibrador) e das intermediárias (demandando, por vezes, a concretagem em 2 camadas).
Viga de borda x interna	<ul style="list-style-type: none"> viga de borda é pior: insegurança do operário; cuidado para o concreto não cair para fora; mais medo de a viga abrir.

ASPECTO: VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (LAJES)

FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Espessura da laje	<ul style="list-style-type: none"> esforço para vibrar e para sarrafejar quase não muda ao se aumentar a espessura da laje.

Desnível na superfície de laje	<ul style="list-style-type: none"> • dificulta (mas não é algo que os deixe muito preocupados).
Acabamento superficial especificado	<ul style="list-style-type: none"> • vassourado e desempenado com madeira exigem mais esforço que somente sarrafeado, tanto pela atividade adicional em si, quanto por eventuais atrasos devidos a ter-se de esperar o concreto “puxar” suficientemente; • uso de “helicóptero” está ainda mais sujeito aos aspectos citados.

ASPECTO: EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS – Pilar

FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Equipamento de transporte vertical	<ul style="list-style-type: none"> • bomba-lança é o ideal; • bomba com tubulação rígida pode ser bom desde que não haja necessidade de muitos “cortes”; • enxergam vantagens e desvantagens que se contrabalançam na comparação de grua com elevador de cremalheira (que deve se tornar um pouco mais interessante com a nova postura da NR18, permitindo ter-se a jérica e um operário que a maneja junto com o operador na cabine).

Tamanho da caçamba	<ul style="list-style-type: none"> a princípio, quando possível, usariam caçambas maiores.
--------------------	---

ASPECTO: EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS – Vigas e lajes

FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
-------	-------------------------------

Equipamento de transporte vertical	<ul style="list-style-type: none"> bomba é mais rápido em geral; mas para volumes menores parece haver uma tendência em escolher a grua.
------------------------------------	--

Tamanho da caçamba	<ul style="list-style-type: none"> deve ser o maior possível.
--------------------	--

Nivelamento	<ul style="list-style-type: none"> unanimidade quanto ao uso do laser sem o auxílio de taliscas ou mestras fixas.
-------------	--

ASPECTO: ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
-------	-------------------------------

Tamanho equipe	<ul style="list-style-type: none"> número máximo é função do tamanho da laje sendo executada (não exagerar para não ter operários “trombando”).
----------------	--

Formação da equipe	<ul style="list-style-type: none"> • ter alguns oficiais presentes é importante, pois estes têm mais cuidado que os ajudantes; • preferência quanto a ter pedreiros nas funções que demandam seus conhecimentos: sarrafejar, desempenar; • no vibrador, qualquer operário pode estar (desde que adequadamente treinado).
Número de frentes de concretagem e de vibradores	<ul style="list-style-type: none"> • 2 vibradores, em uma única frente, acreditam ser o ideal para lajes; • 2 vibradores, 1 vibrador por frente, é o ideal para pilares.
Incentivos presentes	<ul style="list-style-type: none"> • a tarefa quanto ao pavimento incluiria a própria concretagem; • o acabou-lavou pode ser usado como incentivo complementar.

ASPECTO: ÚLTIMO CAMINHÃO	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Último caminhão	<ul style="list-style-type: none"> • em andares tipo e tendo fôrma boa e concreteira idônea, já sabe o volume total, não havendo surpresas quanto ao último caminhão; • em outros casos, há que se prever a quantidade do último caminhão o mais cedo possível, para que não ocorram atrasos por pedido atrasado; • terem-se usos alternativos para pequenas quantidades de concreto (por exemplo, para a confecção de pré-moldados) facilita a definição mais cedo do volume do último caminhão.

ASPECTO: CONCRETO	
FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
Abatimento do concreto	<ul style="list-style-type: none"> • maior ou igual a 80mm facilita muito o trabalho; • talvez fosse bom pedir-se sempre concreto bombeável (mesmo usando grua), pois a concretagem é bem mais fácil e geram-se menos defeitos.
Britas usadas	<ul style="list-style-type: none"> • brita 2 dificulta tanto o adensamento quanto o acabamento; • para pilares, a situação é mais sensível; mas mesmo para lajes/vigas isto é sentido.
Resistência característica à compressão (fck)	<ul style="list-style-type: none"> • não houve unanimidade, mas citou-se que fck maior para um mesmo abatimento está, muitas vezes, associado a melhor trabalhabilidade (o que pode facilitar o adensamento), mas a maior rapidez de endurecimento (o que pode dificultar o acabamento).

4.2. LEVANTAMENTO DE FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM POR MEIO DE ESTUDOS DE CAMPO

4.2.1. METODOLOGIA UTILIZADA

Esse levantamento de campo foi realizado com o objetivo de complementar a identificação dos fatores que interferem na produtividade da concretagem e gerar uma percepção mais aguçada da influência desses fatores nos valores de produtividade.

Para determinação dos valores das RUP's de concretagem necessita-se, como estudado anteriormente, do levantamento da quantidade de serviço, da quantidade de horas gastas para execução do mesmo e a equipe utilizada.

Foram levantados valores de RUP's de sete obras totalizando 103 concretagens em um período de 3 meses. As obras selecionadas foram edifícios verticais que utilizavam estrutura em concreto armado localizadas na cidade de São Paulo, cujas características e descrição encontram-se no Apêndice A. As obras escolhidas possuíam características semelhantes, mas com diferenças em relação a fatores que foram analisados, eram da mesma construtora, a qual apresentou interesse no estudo e ajudou na coleta dos dados.

4.2.2. LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS DE PROJETO

Foram coletados os projetos estruturais de fôrma das sete obras estudadas, a partir daí fez-se o levantamento detalhado dos quantitativos de volumes de concretagem de pilares, vigas, lajes e escadas.

ANDRADE (1999) propõe a seguinte metodologia que foi a adotada para o presente trabalho.

Pilares

O volume do pilar é obtido multiplicando-se a área da seção transversal pela altura a ser concretada, que corresponde à distância entre a superfície da laje de piso e a face inferior da viga de maior altura que chega a este pilar (Figura 12).

Figura 12 - Dimensões a serem adotadas para o cálculo do volume de concreto em pilares. (Fonte: ANDRADE, 1999).

O volume do pilar é obtido da seguinte forma:

$$V_{\text{pilar}} = A_{\text{seção pilar}} \times h_{\text{pilar}}$$

$$h_{\text{pilar}} = H_{\text{pé-direito}} - D_h$$

onde: D_h é a altura da viga de maior altura que chega ao pilar.

Complemento do pilar

Refere-se ao volume complementar para se concretar a parcela do pilar referente ao trecho que vai da face inferior da viga de maior altura até o nível do piso superior. Esse volume é obtido pela multiplicação da área da seção do pilar por D_h , o que pode ser observado na equação abaixo.

$$V_{\text{complemento}} = A_{\text{seção pilar}} \times D_h$$

Vigas

O volume da viga é obtido multiplicando-se a área da sua seção transversal pelo comprimento da mesma, que deve estar limitado pelas faces laterais internas dos pilares ou das vigas de apoio dessa viga (Figura 13).

O volume da viga é dado pela seguinte equação:

$$V_{\text{viga}} = A_{\text{seção}_{\text{viga}}} \times C_{\text{viga}}$$

Figura 13 - Dimensões a serem adotadas para o cálculo do volume de concreto em vigas. (Fonte: ANDRADE, 1999).

Lajes

O volume de concreto das lajes é definido pela multiplicação da espessura pela sua área útil, que deverá corresponder à área de laje, determinada conforme mostrado na Figura 14, considera-se a área de laje limitada entre vigas, descontada a interferência de pilares.

Para coleta de informações sobre a equipe, foi utilizada a planilha exposta na Tabela 7. Através dessa planilha se podem obter informações sobre tamanho da equipe, funções, organização do trabalho.

Por meio da planilha utilizada para o levantamento dos homens-hora (Tabela 7), pode-se saber qual a função original do funcionário, a quantidade de funcionários na equipe de concretagem, identificam-se as atividades exercidas pelos funcionários no dia da concretagem, o horário da disponibilização inicial do operário para trabalhar na concretagem e o horário de término de sua disponibilidade para o serviço. Caso a concretagem se encerre antes do final do turno de trabalho e o operário seja dispensado, tal diferença é contada como hora trabalhada, onerando dessa forma a concretagem.

Tabela 7-Exemplo de planilha para levantamento de Homens-hora.

FUNÇÃO FUNCIONÁRIO	FUNÇÃO (ORIGEM)	FUNÇÃO (CONCRETAGEM)	OUTRAS FUNÇÕES EXERCIDAS	HORÁRIO DE ENTRADA	HORÁRIO DE SAÍDA	HORAS TRABALHADAS

4.2.4 DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DAS PRODUTIVIDADES

Os valores de RUP's de concretagem foram calculados segundo metodologia proposta no capítulo 2 da presente dissertação. Foram determinadas as seguintes RUP's de concretagem: RUP por caminhão; RUP de descarregamento; RUP global sem encarregado. Esses valores de RUP's foram calculados para todas as concretagens em cada obra objeto de estudo desse trabalho.

Além dos valores de RUP's, para as análises a serem feitas foram necessárias as determinações das velocidades de concretagem e dos tempos de concretagem já definidos no capítulo 2 do presente trabalho.

Os estudos de casos foram realizados em 7 obras com 103 concretagens estudadas e totalizando mais de 5.000 Hh (cinco mil Homens-horas) de mão-de-obra nas concretagens consideradas.

A descrição das 7 obras encontra-se no apêndice 1 desse trabalho.

Após computados todos os valores de Hh(Homens-hora) gastos nas concretagens e já de posse dos valores levantados de projeto para os quantitativos de pilares, vigas, lajes e outras estruturas, procedeu-se aos cálculos das produtividades para o serviço de concretagem.

Todos os valores de RUP's e de fatores nesse capítulo serão apresentados em faixas de valores da seguinte forma:

Analisando-se os valores de RUP's globais sem encarregado para todas as obras, obteve-se a seguinte faixa de variação:

Os valores de RUP's globais obtidos em todas as obras por tipo de estrutura estão expresso na Tabela 8.

Tabela 8-Valores de RUP's obtidos nas obras.

OBRA	PEÇAS CONCRETADAS	Hh _{total}	QS(m ³)	RUP(Hh/m ³)
SP 301	Pilar	15	15	1,0
	Viga/Laje	44	49	0,9
SP 302	Pilar	12	12	1,0
	Viga/Laje	43	48	0,9
SP 303	Pilar	36	13	2,8
	Viga/Laje	28	46	0,6
SP 304	Pilar	24	35	0,7
	Viga/Laje	63	70	0,9
SP 305	Pilar	14	7	2,0
	Pilar/Viga/Laje	114	88	1,3
SP 306	Pilar	31	28	1,1
	Viga/Laje	121	93	1,3
SP 307	Pilar	49	35	1,4
	Laje	62	56	1,1

Fazendo faixas de variação das RUP's por tipo de estrutura concretada, obtêm-se os seguintes valores:

Pilares

Vigas+lajes

Vigas+lajes+pilares

Os valores mínimos, medianos e máximos de RUP's para cada obra, por tipo de estrutura estão expressos na Tabela 9.

Tabela 9-Valores de RUP's mínimos, máximos e medianos.

		TODAS		SP301		SP302		SP303		SP304		SP305		SP306		SP307	
PEÇA		n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)	n	RUP (Hh/m³)
Todas	mín.	103	0,5	12	0,75	6	0,91	16	0,5	24	0,5	12	0,6	18	0,63	15	0,89
	máx.		3,24		2,15		1,63		3,04		1,06		2,71		3,24		2,57
	med.		1,12		0,99		1,07		1,69		0,79		1,64		1,49		1,29
Pilar	mín.	41	0,5	6	0,93	2	0,91	8	2,56	10	0,5	6	1,86	5	1,00	4	1,29
	máx.		3,04		2,15		1,00		3,04		0,86		2,71		1,57		1,76
	med.		1,29		1,04		0,95		2,88		0,7		2,04		1,31		1,56
Viga	mín.	5	0,95													5	0,95
	máx.		2,57														2,57
	med.		2														2
Laje	mín.	6	0,89													6	0,89
	máx.		1,57														1,57
	med.		1,1														1,1

		TODAS		SP301		SP302		SP303		SP304		SP305		SP306		SP307	
PEÇA		n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)	n	RUP (Hh/m ³)
Viga+Laje	mín.	34	0,5	6	0,75	2	0,95	8	0,5	12	0,59			6	0,63		
	máx.		3,24		1,27		1,63		0,81		1,06				3,24		
	med.		0,89		0,89		1,29		0,62		0,95				1,41		
Pilar+Viga+Laje	mín.	11	0,6			2	1,14			2	0,63	6	0,6	1	0,68		
	máx.		1,42				1,22				0,79		1,42		0,68		
	med.		1,16				1,18				0,71		1,24		0,68		

Partindo para os valores encontrados de RUP's em relação aos equipamentos de transporte vertical e horizontal para o concreto, obtêm-se as seguintes faixas de valores:

Bomba

Grua

Elevador

Os valores obtidos para os tempos de concretagens, já definidos nos capítulos 2 para as obras estudadas foram:

Tempo de preparação

Tempo de finalização

Tempo de troca média intermediária

Tempo de atraso médio intermediário

Os valores de velocidades de concretagens obtidas nas obras estudadas foram os abaixo relacionados:

Viga+laje (ou pilar+viga+laje)

Pilares

Para os pilares a faixa de variação das velocidades de descarregamento foi a seguinte:

4.2.5. FATORES LEVANTADOS ATRAVÉS DA ANÁLISE DOS VALORES DE PRODUTIVIDADE MEDIDOS EM CAMPO

O levantamento dos valores de produtividade levou a correlação de fatores que influenciam na variação dos seus valores. A análise baseou-se na observação de valores medianos de RUP associados a diferentes valores ou situações do fator indutor, ou através da relação de valores de RUP a diferentes valores do fator indutor através de gráficos de dispersão. Devido ao reduzido número de casos estudados não foi utilizado um procedimento estatístico mais confiável.

A compilação dos fatores que influenciaram nos valores de produtividade está apresentada na Tabela 10.

Tabela 10-Fatores que influenciam a produtividade da concretagem identificados no estudo de campo.

COMPORTAMENTO DO FATOR	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP
Aumento do abatimento (slump) do concreto	Diminuição do valor da RUP
Aumento do valor do Fck de vigas+lajes	Diminuição do valor da RUP

COMPORTAMENTO DO FATOR	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP
Aumento do valor do Fck de pilares	Diminuição do valor da RUP
Aumento do número de vibradores na concretagem de vigas+lajes	Diminuição do valor da RUP
Aumento do número de vibradores na concretagem de pilares	Diminuição do valor da RUP
Execução de concretagem na sexta-feira	Aumento do valor da RUP
Execução de concretagem no período da manhã	Diminuição do valor da RUP
Aumento do % de ajudantes na equipe de concretagem	Aumento do valor da RUP
Aumento da altura mediana de laje	Diminuição do valor da RUP
Aumento do número de lajes no pavimento	Aumento do valor da RUP
Execução da concretagem em pavimentos mais altos	Aumento do valor da RUP
Aumento da relação Vpilar/Apavimento	Diminuição do valor da RUP
Aumento da compacidade ¹ do pilar	Diminuição do valor da RUP
Execução de pilares com maiores seções	Diminuição do valor da RUP
Aumento da relação kg de armação/vol. pilar	Aumento do valor da RUP
Execução de pilar com armação dupla	Aumento do valor da RUP
Aumento da altura das vigas	Aumento do valor da RUP
Aumento da relação %Viga invertida/Vigas total	Aumento do valor da RUP

¹ O termo compacidade é definido como o perímetro da seção do pilar dividido pelo perímetro do círculo de mesma área.

COMPORTAMENTO DO FATOR	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP
Execução de acabamento da laje sarrafeado	Diminuição do valor da RUP
Execução de vigas com tamanhos medianos maiores	Diminuição do valor da RUP
Utilização da bomba+lança como equipamento de transporte para concretagem de pilares	Diminuição do valor da RUP
Utilização da bomba+lança como equipamento de transporte para concretagem de lajes+vigas	Diminuição do valor da RUP

4.3.FATORES INTERVENIENTES NA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM

O levantamento de fatores foi realizado segundo dois métodos. O primeiro método apresentado no item 4.1 utilizou entrevistas para identificação dos fatores intervenientes na concretagem. O segundo método apresentado no item 4.2 utilizou os valores de produtividade obtido no campo para identificação dos fatores através da análise das medianas e gráficos de dispersão.

O levantamento de campo revelou fatores não citados nas entrevistas, confirmou fatores levantados pelos entrevistados e não foi conclusivo em relação a outros fatores citados nas entrevistas.

A Tabela 11 mostra todos os fatores considerados nos dois métodos e que serão utilizados para definição das ações para melhoria da produtividade.

Tabela 11-Fatores intervenientes na produtividade da concretagem.

COMPORTAMENTO DO FATOR	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP SEGUNDO ENTREVISTAS	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP SEGUNDO LEVANTAMENTO DE CAMPO
Aumento do abatimento (slump) do concreto	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Aumento do valor do Fck de vigas+lajes	Não foi conclusivo	Diminuição do valor da RUP
Aumento do valor do Fck de pilares	Não foi conclusivo	Diminuição do valor da RUP
Aumento do número de vibradores na concretagem de vigas+lajes	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Aumento do número de vibradores na concretagem de pilares	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Execução de concretagem na sexta-feira	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Execução de concretagem no período da manhã	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Aumento do % de ajudantes na equipe de concretagem	Não foi analisado	Aumento do valor da RUP
Aumento da altura mediana de laje	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Aumento do número de lajes no pavimento	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Execução da concretagem em pavimentos mais altos	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Aumento da relação Vpilar/Apavimento	Não foi analisado	Diminuição do valor da RUP
Aumento da compacidade do pilar	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Execução de pilares com maiores seções	Não foi analisado	Diminuição do valor da RUP

COMPORTAMENTO DO FATOR	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP SEGUNDO ENTREVISTAS	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP SEGUNDO LEVANTAMENTO DE CAMPO
Aumento da relação kg de armação/ vol. pilar	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Execução de pilar com armação dupla	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Aumento da altura das vigas	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Aumento da relação %Viga invertida/Vigas total	Aumento do valor da RUP	Aumento do valor da RUP
Execução de acabamento da laje sarrafeado	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Execução de vigas com tamanhos medianos maiores	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Utilização da bomba+lança como equipamento de transporte para concretagem de pilares	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Utilização da bomba+lança como equipamento de transporte para concretagem de lajes+vigas	Diminuição do valor da RUP	Diminuição do valor da RUP
Solicitação de concreto com antecedência de 3 dias	Diminuição do valor da RUP	Não foi analisado
Solicitação de concreto refeita	Aumento do valor da RUP	Não foi analisado
Utilização de layout de canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira	Diminuição do valor da RUP	Não foi conclusivo
Aumento da distância da usina a obra	Aumento do valor da RUP	Não foi conclusivo
Deficiência quanto ao suprimento de água no andar	Aumento do valor da RUP	Não foi analisado
Existência de pilar de altura dupla	Aumento do valor da RUP	Não foi conclusivo
Aumento da largura das vigas	Diminuição do valor da RUP	Não foi conclusivo

COMPORTAMENTO DO FATOR	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP SEGUNDO ENTREVISTAS	REFLEXO SOBRE O VALOR DA RUP SEGUNDO LEVANTAMENTO DE CAMPO
Aumento da densidade de armadura das vigas	Aumento do valor da RUP	Não foi conclusivo
Existência de desnível na superfície da laje	Aumento do valor da RUP	Não foi analisado
Aumento do tamanho da caçamba da grua	Diminuição do valor da RUP	Não foi analisado
Execução de nivelamento de laje com laser	Diminuição do valor da RUP	Não foi analisado
Definição cedo do volume do último caminhão	Diminuição do valor da RUP	Não foi analisado
Utilização de concreto com brita 2	Aumento do valor da RUP	Não foi analisado
Existência de fortes chuvas	Aumento do valor da RUP	Não foi analisado

O critério para seleção dos fatores que permaneceriam no trabalho foi utilizar apenas os fatores que mostrassem em pelo menos um dos métodos reflexos na produtividade da concretagem. Como para todos os fatores levantados a condição foi satisfeita, todos eles permaneceram no trabalho e subsidiaram a elaboração do questionário Delphi.

5. AÇÕES PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os fatores intervenientes na produtividade da concretagem, identificados nos estudos de caso e nas entrevistas, constituíram uma listagem conforme mostrado no capítulo 4. A análise do reflexo desses fatores na produtividade da concretagem subsidiou a proposição de ações visando a melhoria da mesma.

No entanto, as definições sobre quais ações apresentariam melhor relação custo-benefício não se considera ser factível deterministicamente. Por tudo, acreditou-se que uma consulta a especialistas permitisse a escolha das mais promissoras.

Dessa forma, o método Delphi foi escolhido para nessa etapa do trabalho ser uma ferramenta que propicia um processo de comunicação grupal e para que subsidie a tomada de decisão sobre as ações, dentre as propostas pelos autores, que se espera terem melhor desempenho em termos de custo/benefício na melhoria da produtividade da concretagem.

Com base no entendimento da interferência dos fatores citados anteriormente na Tabela 11, propuseram-se ações que levassem a um influenciamento pró-ativo de tais fatores quanto à melhoria da produtividade da concretagem. Tais ações estão citadas na Tabela 12.

A partir de tais ações foi elaborado o questionário para envio aos participantes do painel Delphi.

Tabela 12-Ações propostas para melhoria da produtividade da concretagem.

AÇÕES PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM	
1	Pedir concreto com abatimento mais elevado
2	Pedir concreto com Fck mais alto
3	Aumentar o número de vibradores por concretagem
4	Não pedir concreto em usina na sexta-feira
5	Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã
6	Diminuir o percentual de ajudantes na equipe de concretagem
7	Solicitar que os projetos estruturais tenham lajes com espessuras maiores
8	Solicitar que os projetos estruturais tenham menor número de lajes
9	Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maior compacidade
10	Solicitar que os projetos estruturais tenham menor índice: kg de armação/m ³ de concreto
11	Evitar a execução de pilares com armação dupla
12	Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com alturas iguais, ou superiores a 60cm
13	Solicitar que os projetos estruturais tenham pequenos percentuais de vigas invertidas
14	Utilizar acabamento sarrafeado para lajes
15	Solicitar que os projetos estruturais tenham comprimentos de vigas medianos mais elevados
16	Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas
17	Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de pilares
18	Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maiores seções características

AÇÕES PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA CONCRETAGEM	
19	Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias
20	Não refazer solicitação de concreto
21	Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira
22	Escolher concreteira com menor distância a obra
23	Utilizar sistemas pressurizados para suprimento de água no andar a ser concretado
24	Evitar a realização de pilar de altura dupla
25	Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com largura inferior a 12cm
26	Solicitar que os projetos estruturais tenham menor densidade de armadura de vigas, e que evitem diâmetros grandes para armação longitudinal superior
27	Solicitar que os projetos estruturais não tenham desnível na superfície de laje
28	Utilizar nas concretagens caçamba de grua de maior tamanho
29	Utilizar o nível a laser para nivelamento de lajes
30	Definição cedo do volume do último caminhão
31	Evitar utilização de concreto com brita 2

5.2. UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

Para participar do painel Delphi foi composto um grupo com construtores de edifícios verticais, para os quais seria interessante aplicar ações que visassem a melhoria da produtividade da concretagem e que teriam condições de avaliar quais teriam melhor desempenho em termos de custo/benefício se aplicadas à realidade das obras.

Foram enviados questionários a 35 profissionais responsáveis pela gestão de empresas construtoras, podendo ocupar cargos de níveis hierárquicos diferentes, do nível de diretoria até a responsabilidade pela produção da obra.

A pesquisa obteve taxa de retorno de 60% e participaram do painel 21 pessoas selecionadas segundo os critérios acima listados.

Foram realizadas duas rodadas da pesquisa; as duas fases contaram com os mesmos 21 participantes. Já na primeira etapa verificou-se um grau de consenso relativamente alto, que se manteve e se acentuou na segunda rodada.

O primeiro questionário, mostrado no Apêndice B, foi elaborado segundo os critérios propostos em 3.3.6.1. Foi acompanhado de uma carta de apresentação do trabalho e continha recomendações de preenchimento. O questionário possuía duas partes: a primeira fazia parte de uma pesquisa exploratória, para se determinar o perfil dos respondentes; na segunda parte foram propostas 31 ações para melhoria da produtividade da concretagem, onde os respondentes eram solicitados a escolherem as 5 que consideravam de melhor custo/benefício.

O segundo questionário, mostrado no Apêndice C, foi elaborado contendo, além da apresentação das 31 ações anteriormente citadas, o percentual de votantes em cada ação e as principais justificativas de voto dadas pelos participantes do painel Delphi.

Os respondentes do painel Delphi possuem, em termos percentuais, os cargos apresentados na Tabela 13. Todos os participantes da pesquisa são integrantes de empresas construtoras de edifícios verticais.

Tabela 13-Cargos dos participantes do Delphi.

FUNÇÃO	% de participantes
Diretor	28,57%
Gerente de produção	38,10%

FUNÇÃO	% de participantes
Engenheiro de produção	9,52%
Gerente de suprimentos	4,76%
Gerente de contratos	4,76%
Gerente de planejamento	4,76%
Gerente Técnico	4,76%
Coordenador de orçamentos	4,76%

As empresas participantes da pesquisa e participantes do painel Delphi estão apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14-Participantes do painel Delphi e Empresas participantes da pesquisa.

PARTICIPANTES DO DELPHI	CARGO	EMPRESAS
Antônio Carlos Salgueiro de Araújo	Diretor	Araújo de Engenharia e Construções Ltda.
Lúcio Sérgio Gomes	Gerente de produção	Concima Incorporadora Construtora Ltda
Tomás Mesquita Freire	Gerente de planejamento	Construtora Adolpho Lindenberg S.A.
Kelly Guilherme	Gerente de suprimentos	Construtora Tarjab Ltda
Paulo Flaquer Filho	Gerente de produção	
Francisco Antunes de Vasconcellos Neto	Diretor	DP Engenharia e Empreendimentos Ltda
Davidson Figueiredo Deana	Diretor	Ethos Soluções Ltda
Nicolau Sarquis	Gerente Técnico	Evolução Incorporadora Ltda
Renato Soffiatti Mesquita de Oliveira	Diretor	Fortenge Construções e Empreendimentos Ltda
Marcos Vernalha	Gerente de produção	InMAX Tecnologia da Construção Ltda

PARTICIPANTES DO DELPHI	CARGO	EMPRESAS
Márcio Branco	Engenheiro Civil	Lucio Engenharia e Construção Ltda
Francisco Maciel Garcia	Gerente de produção	
Manuel Regueiro Rodriguez	Gerente de produção	
Alessandra Yoshie Kato	Gerente de produção	Marques Construtora e Incorporadora Ltda
Adriano J. Bastos	Gerente de produção	REM Construtora Ltda
Paulo Sanchez	Diretor Técnico	Sinco Engenharia Ltda
David Antonio Nonno	Gerente de Contratos	
Marcelo Maurício Nahas	Diretor Técnico	Souen & Nahas Construtora e Incorporadora Ltda
Henrique de Angelis Covas	Engenheiro Civil	
Carlus Fabrício Librais	Coordenador de orçamentos	Tecnum & Corporate Empreendimentos Imobiliários Ltda

5.3. RESULTADO DA PRIMEIRA APLICAÇÃO DO DELPHI

A primeira aplicação do Delphi obteve como resultado a distribuição de votos nas ações e percentual de votantes que optaram pelas mesmas conforme apresentado na Tabela 15, em ordem decrescente.

Tabela 15-Quantidade de votos e percentual de votantes por ação na primeira aplicação do Delphi.

Ação	Votos	% Votantes
Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas	18	85.7%
Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã	10	47.6%

Ação	Votos	% Votantes
Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira	8	38.1%
Solicitar que os projetos estruturais tenham pequenos percentuais de vigas invertidas	8	38.1%
Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias	7	33.3%
Não pedir concreto em usina na sexta-feira	7	33.3%
Pedir concreto com abatimento mais elevado	6	28.6%
Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de pilares	6	28.6%
Escolher concreteira com menor distância a obra	5	23.8%
Utilizar nas concretagens caçamba de grua de maior tamanho	5	23.8%
Utilizar o nível a laser para nivelamento de lajes	5	23.8%
Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com alturas iguais, ou superiores a 60cm	4	19.0%
Definição cedo do volume do último caminhão	4	19.0%
Solicitar que os projetos estruturais não tenham desnível na superfície de laje	3	14.3%
Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com largura inferior a 12cm	2	9.5%
Solicitar que os projetos estruturais tenham menor índice: kg de armação/m ³ de concreto	2	9.5%
Solicitar que os projetos estruturais tenham lajes com espessuras maiores	2	9.5%
Aumentar o número de vibradores por concretagem	2	9.5%
Pedir concreto com Fck mais alto	1	4.8%
Solicitar que os projetos estruturais tenham menor número de lajes	1	4.8%

Ação	Votos	% Votantes
Utilizar acabamento sarrafeado para lajes	1	4.8%
Solicitar que os projetos estruturais tenham comprimentos de vigas medianos mais elevados	1	4.8%
Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maiores seções características	1	4.8%
Não refazer solicitação de concreto	1	4.8%
Evitar a realização de pilar de altura dupla	1	4.8%
Solicitar que os projetos estruturais tenham menor densidade de armadura de vigas, e que evitem diâmetros grandes para armação longitudinal superior	1	4.8%
Evitar utilização de concreto com brita 2	1	4.8%
Utilizar sistemas pressurizados para suprimento de água no andar a ser concretado	0	0.0%
Evitar a execução de pilares com armação dupla	0	0.0%
Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maior compacidade	0	0.0%
Diminuir o percentual de ajudantes na equipe de concretagem	0	0.0%

5.4. RESULTADO DA SEGUNDA APLICAÇÃO DO DELPHI

A segunda aplicação do Delphi obteve como resultado a distribuição de votos nas ações e percentual de votantes que optaram pelas mesmas conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16-Quantidade de votos e percentual de votantes por ação na segunda aplicação do Delphi.

Classificação	Ação	Votos	% Votantes
1	Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas	20	95.2%
2	Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã	13	61.9%
3	Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira	12	57.1%
4	Solicitar que os projetos estruturais tenham pequenos percentuais de vigas invertidas	9	42.9%
5	Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias	9	42.9%
6	Não pedir concreto em usina na sexta-feira	6	28.6%
7	Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de pilares	6	28.6%
8	Utilizar o nível a laser para nivelamento de lajes	6	28.6%
9	Pedir concreto com abatimento mais elevado	6	28.6%
10	Escolher concreteira com menor distância a obra	5	23.8%
11	Utilizar nas concretagens caçamba de grua de maior tamanho	4	19.0%
12	Definição cedo do volume do último caminhão	4	19.0%
13	Aumentar o número de vibradores por concretagem	2	9.5%
14	Solicitar que os projetos estruturais tenham lajes com espessuras maiores	2	9.5%
15	Pedir concreto com Fck mais alto	1	4.8%
16	Solicitar que o projeto estrutural tenha menor número de lajes	1	4.8%
17	Solicitar que os projetos estruturais tenham menor índice: kg de armação/m ³ de concreto	1	4.8%

Classificação	Ação	Votos	% Votantes
18	Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com alturas iguais, ou superiores a 60cm	1	4.8%
19	Solicitar que os projetos estruturais tenham comprimentos de vigas medianos mais elevados	1	4.8%
20	Não refazer solicitação de concreto	1	4.8%
21	Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com largura inferior a 12cm	1	4.8%
22	Solicitar que os projetos estruturais não tenham desnível na superfície de laje	1	4.8%
23	Evitar utilização de concreto com brita 2	0	0.0%
24	Solicitar que os projetos estruturais tenham menor densidade de armadura de vigas, e que evitem diâmetros grandes para armação longitudinal superior	0	0.0%
25	Utilizar sistemas pressurizados para suprimento de água no andar a ser concretado	0	0.0%
26	Evitar a realização de pilar de altura dupla	0	0.0%
27	Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maiores seções características	0	0.0%
28	Utilizar acabamento sarrafeado para lajes	0	0.0%
29	Evitar a execução de pilares com armação dupla	0	0.0%
30	Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maior compacidade	0	0.0%
31	Diminuir o percentual de ajudantes na equipe de concretagem	0	0.0%

Portanto, as 5 ações mais votadas e propostas no presente trabalho para melhoria da produtividade da concretagem foram:

- Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas;
- Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã;
- Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira;
- Solicitar que os projetos estruturais tenham pequenos percentuais de vigas invertidas;
- Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias;

5.5. COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES

O método Delphi procurou detectar a opinião de construtores acerca das ações que apresentassem melhor desempenho em termos de custo/benefício na busca do aumento da produtividade da concretagem.

Uma amostra extremamente qualificada de participantes acreditou nesta iniciativa e acompanhou as duas rodadas da pesquisa.

A primeira rodada de aplicação do método Delphi já apresentou uma grande convergência em torno das 5 ações mais votadas, mas ainda uma dispersão de votos em todas as ações apresentadas. Com a aplicação da segunda rodada de questionários o consenso foi confirmado e os percentuais de escolha nas cinco ações mais votadas aumentou em todas elas; a dispersão de votos diminuiu consideravelmente de uma rodada para outra.

Na primeira rodada do Delphi, das 31 ações apresentadas os participantes votaram em 27; já na segunda rodada, das 31 ações novamente apresentadas os participantes votaram em 22, o que demonstra a diminuição da dispersão dos votos.

Por outro lado, na segunda rodada do Delphi evidenciou-se a confirmação da opção dos participantes pelas 5 mais votadas, estando a sexta colocada consideravelmente abaixo da quinta colocada em percentual de votantes que optaram por elas. A quinta teve 42,9% de votantes que optaram por ela e a sexta teve 28,6% de votantes que optaram por ela.

A Tabela 17 apresenta as 5 ações mais votadas com a comparação dos votos e percentual de votantes nas duas aplicações do Delphi

Tabela 17-As 5 ações mais votadas com comparação do número de votos na primeira e segunda rodadas do Delphi.

AÇÕES PROPOSTAS	1ª APLICAÇÃO DELPHI		2ª APLICAÇÃO DELPHI	
	VOTOS	% VOTANTES	VOTOS	% VOTANTES
Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas	18	85.7%	20	95.2%
Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã	10	47.6%	13	61.9%
Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira	8	38.1%	12	57.1%
Solicitar que os projetos estruturais tenham pequenos percentuais de vigas invertidas	8	38.1%	9	42.9%
Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias	7	33.3%	9	42.9%

As ações escolhidas como de melhor desempenho estão relacionadas com: equipamentos de transporte de concreto, organização do canteiro de obra, programação da concretagem e definições do projeto estrutural.

Embora tecnicamente nem sempre isto seja possível, grande parte dos participantes do Delphi mostrou interesse na utilização de bomba com lança como equipamento de transporte de concreto para concretagem de lajes e vigas. Esse fato evidencia a necessidade de busca de condições para que esse fato seja algo possível.

Evidencia-se, também, a preocupação quanto aos atrasos durante a concretagem, que podem gerar tempos improdutivos, os quais, segundo os respondentes, podem ser minimizados por um melhor planejamento das concretagens, o que levaria à antecedência de pedidos de concreto à concreteira.

Outro fator evidenciado para gerar diminuição dos atrasos é a realização das concretagens no período da manhã, já que, segundo os respondentes, concretagens realizadas durante a tarde absorvem os atrasos de outras obras atendidas no período da manhã.

A utilização de layout de canteiro preparado para o acesso de caminhões betoneira também diminui os atrasos iniciais e intermediários e facilita a troca entre os caminhões, segundo os participantes do painel Delphi.

Por fim, a solicitação de que os projetos estruturais tenham pequenos percentuais de vigas invertidas, deve-se, segundo os painelistas, ao fato de a execução de vigas invertidas tornar a concretagem mais difícil, levando a piores valores de produtividade.

Dessa forma, a utilização do Delphi serviu bem ao seu propósito de selecionar as ações de melhor desempenho, segundo os construtores, para melhoria da

produtividade da concretagem. Essa definição pode servir de parâmetro para tomada de decisão pelos construtores que objetivem a melhoria dos seus indicadores de produtividade e uma gestão mais eficiente dos seus recursos físicos para execução do serviço.

Embora existam as cinco ações mais votadas pelos participantes do painel Delphi, em função de ser este um questionamento certamente com influências temporal (é válido para as condições relevantes num certo momento da construção) e regional (o estudo foi feito com empresas atuantes na Grande São Paulo), recomenda-se uma contínua avaliação da viabilidade e valorização de todas as outras ações propostas (vide Tabela 16), ainda que, no momento e local da aplicação do Delphi, não terem recebido uma votação mais expressiva.

Cabe ainda tecer comentários quanto ao tipo de ação priorizada e a “classe” de ações a que pertencem, como mostrado na Tabela 18. A classificação das ações foi proposta na Tabela 16 e a votação refere-se a aplicação da segunda rodada do Delphi.

Tabela 18-Ações sugeridas com divisão segundo classe a que pertencem.

CLASSE	AÇÕES: CLASSIFICAÇÃO	% VOTAÇÃO AÇÕES
Projeto do produto	4	42,9
	14	9,5
	16	4,8
	17	4,8
	18	4,8
	19	4,8
	21	4,8

CLASSE	AÇÕES: CLASSIFICAÇÃO	% VOTAÇÃO AÇÕES
	22	4,8
	24	0
	26	0
	27	0
	29	0
	30	0
Projeto do processo	28	0
Projeto do canteiro	3	57,1
Relacionamento concreteira-obra	2	61,9
	5	42,9
	6	28,6
	10	23,8
	12	19
	20	4,8
Organização do trabalho	31	0
Características do material	9	28,6
	15	4,8
	23	0
Sistema de transporte	1	95,2
	7	28,6
	11	19
Equipamentos e ferramentas	8	28,6
	13	9,5
	25	0

A análise da Tabela 18 permite identificar que, em relação ao projeto do produto, a quantidade de ações propostas foi maior, com 13 ações, cerca de 42% em relação ao número total de ações; no entanto, essa classe não teve percentual alto de votos, com exceção da ação 4. Isto talvez seja indicativo de que embora os levantamentos tenham sugerido ações desta natureza como relevantes para a melhoria da produtividade, os gestores não as tenham considerado fáceis de implementar, demandando posturas mais complexas.

Evidencia-se a preocupação, dos participantes do painel Delphi, com os sistemas de transporte de concreto utilizado, o que é evidenciado pela votação expressiva que receberam as 3 ações propostas dessa classe.

Nota-se, no entanto, que embora não tenha aparecido como primeira da classificação, várias ações bem votadas mostraram uma preocupação expressiva dos painelistas com o relacionamento concretoira-obra, que obteve votação significativa nas 6 ações apresentadas, tendo as ações 2 e 5 entre as 5 mais votadas.

Outra análise que pode ser feita das ações propostas é segundo etapas ou aspectos relacionados à concretagem, conforme Tabela 19.

Tabela 19-Ações sugeridas com divisão segundo etapa/aspecto a que pertencem.

ETAPA/ ASPECTO	AÇÕES: CLASSIFICAÇÃO	% VOTAÇÃO AÇÕES
Início da concretagem	2	61,9
	5	42,9
	6	28,6
	20	4,8
Troca de caminhões	3	57,1
	25	0
Atrasos Intermediários	2	61,9
	5	42,9
	6	28,6

ETAPA/ ASPECTO	AÇÕES: CLASSIFICAÇÃO	% VOTAÇÃO AÇÕES
	20	4,8
Velocidade de descarregamento (pilares)	7	28,6
	9	28,6
	11	19
	13	9,5
	15	4,8
	23	0
	26	0
	27	0
	29	0
	30	0
Velocidade de descarregamento (vigas+lajes)	1	95,2
	8	28,6
	9	28,6
	11	19
	13	9,5
	14	9,5
	15	4,8
	16	4,8
	17	4,8
	18	4,8
	19	4,8
	21	4,8
	22	4,8
	23	0
	24	0

ETAPA/ ASPECTO	AÇÕES: CLASSIFICAÇÃO	% VOTAÇÃO AÇÕES
	28	0
	31	0

Por meio da análise da Tabela 19, percebe-se que os tempos de início de concretagem e atrasos intermediários, associados com o relacionamento concreteira-obra, reuniram ações bem votadas.

O tempo de troca de caminhões está relacionado com o layout do canteiro de obras.

As velocidades de descarregamento, quando relacionadas com o projeto do produto e com as características do concreto utilizado na concretagem abrigaram ações votadas de maneira menos expressiva.

No entanto, na Tabela 19 aparecem uma preocupação abrangendo as diferentes partes constituintes do serviço de concretagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

A avaliação do conteúdo apresentado, seja no que diz respeito aos aspectos conceituais envolvidos, seja no grau de detalhamento utilizado, permite concluir que o presente trabalho cumpriu, em sua plenitude, os objetivos propostos anteriormente.

No que diz respeito a levantar valores de produtividade da concretagem para a ampliação de banco de dados existente sobre o assunto, o presente trabalho contribuiu com uma extensa lista de 109 concretagens de pilares vigas e lajes de edifícios verticais .

No que se refere a apontar os principais fatores intervenientes na produtividade da concretagem, o presente trabalho, através da utilização de entrevistas e de uma análise matemática dos valores obtidos de campo, apresentou uma lista com 36 fatores, apresentados na Tabela 11 do capítulo 4, que dizem respeito a projeto do produto, materiais e componentes, equipamentos, mão-de-obra e gestão da produção.

No que diz respeito a adaptar o método Delphi para aplicação na busca de ações para melhoria da produtividade da concretagem, o presente trabalho utilizou o “Policy Delphi” e adaptou o mesmo com a elaboração de um questionário com a proposição das ações que tivessem como reflexo a melhoria da produtividade da concretagem, onde os participantes poderiam votar em 5 ações.

Por fim, o presente trabalho cumpriu com êxito seu objetivo geral, com a proposição de um conjunto de ações visando um incremento na produtividade do serviço concretagem e que foram apresentadas no capítulo 5.

6.2. INSERÇÃO DO TRABALHO NO CONTEXTO ACADÊMICO E PROFISSIONAL

Muitos trabalhos no PCC-USP se preocuparam (e ainda se preocupam) com o entendimento da produtividade, olhando os serviços sob um ponto de vista analítico. No caso da estrutura de concreto podem-se citar, por exemplo, os trabalhos realizados por SOUZA (1996), OBATA (2000), ARAÚJO (2000), e FREIRE (2001). Este trabalho representa galgar um degrau hierárquico em relação a tais trabalhos ao fazer uso de informações neles contidas, tanto em termos da estrutura analítica preconizada quanto da utilização de método de coleta de valores de produtividade da mão-de-obra, para uma aplicação em gestão, qual seja, a proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem e que possa contribuir para a tomada de decisão pelos gestores.

Em termos da atividade profissional, detectou-se que os profissionais responsáveis pela gestão de empresas construtoras têm tido interesse em aumentar os seus valores de produtividade na execução dos serviços, mas imagina-se que estejam tendo dificuldades, tanto pela identificação dos fatores que fazem os indicadores de produtividade variar, quanto pela definição de posturas a adotar que resultam em melhoria da produtividade. Portanto, dentro deste contexto, o trabalho não só sugere caminhos para que a melhoria da produtividade da concretagem aconteça como dá fortes indícios de que isto possa ser feito na atuação profissional.

6.3. SUGESTÃO PARA NOVOS TRABALHOS

Por ser, a execução de estruturas de concreto armado, um tema bastante importante para a engenharia civil, considera-se que muitos trabalhos poderão ainda ser desenvolvidos como forma de se evoluir, ainda mais, neste assunto, tendo-se, como base, esta dissertação, que constitui um progresso em relação a estudos anteriormente desenvolvidos.

Desta forma, propõe-se, neste item, alguns temas, ligados a esta pesquisa, e que são considerados, pela autora, de grande importância para a Construção Civil:

- a) Aprofundar o estudo quanto às ações mais votadas, por exemplo, tentando definir diretrizes para facilitar a sua ocorrência;
- b) Discutir as ações com os outros agentes envolvidos na cadeia da concretagem e que, de alguma maneira, possam contribuir para melhoria da produtividade em função de atuação nos fatores relacionados, em especial a relação entre construtora e concreteira demonstrou merecer atenção diferenciada;
- c) Aplicação da metodologia apresentada a outros serviços da Construção Civil, com o intuito de melhorar seus valores de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: 1998.

_____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro: 1984.

_____. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: 2003.

ADRIAN, J.J. **Construction productivity improvement**. New York, Elsevier, 1987.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALLIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Alternativas para a redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo: EPUSP-PCC, 1998.

AKASAKA, E.S. **Contribuição da técnica Delphi ao planejamento estratégico das empresas: uma avaliação de satisfação segundo os respondentes**. São Paulo: 2000. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Administração e Contabilidade,, Universidade de São Paulo.

ANDRADE, A.C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: Superestrutura e alvenaria**. São Paulo: 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ANDRIOLO, F.R. **Construções de concreto: manual de práticas para controle e execução**. São Paulo. Pini, 1984.

ANDER-EGG, E. **Introducción a las técnicas de investigación social: para trabajadores sociales**. 7o. Ed. Buenos Aires: Humanitas, 1978. Terceira parte.

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. São Paulo: 2000. 385p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

AVILA, J. **O papel do marketing nas universidades brasileiras: um estudo prospectivo fundamentado no método "Delphi"**. São Paulo: 1990. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AUGRAS, M. **Opinião pública: teoria e pesquisa**. 2. Ed. Petrópolis: Vozes, 1974. Segunda parte.

BROCKHOFF, k. **The performance of forecasting groups in computer dialogue and face-to-face discussion.** In: the Delphi method: techniques and applications. London: Addison-Wesley, 1975.

CAMPANA, L.A.F. **Método Delphi e o modelo de impactos cruzados: uma aplicação ao planejamento urbano.** São Paulo: 1998. 318p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CARRARO, F. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria.** São Paulo: 1998. 226p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CARRARO, F.; REIS, P.; SOUZA, U.E.L. Produtividade no serviço de concretagem. In: JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 28., São Carlos, 1997. **Anais.** São Paulo, 1997. p.2479-87.

COSTA, A.L.M.C. (1987). **A questão da produtividade.** Organização do trabalho, Fleury & Vargas, capítulo 2, p.38, Editora Atlas.

CTE-CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES (1994). **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo, SINDUSCON.

DALKEY, N.; HELMER, O. **An experimental application of the Delphi method to the use of experts.** Management Science, Maryland, v.9, nº 3, p.458-67, April/1963.

DELBECQ, A.L.; VAN DE VEM, A.H.; GUSTAFSON, D.H. **Group techniques for program planning: a guide to nominal group and Delphi processes.** EUA. Illinois. Scott, Foresman and Company, 1975.

DÓREA, S.C.L.; SOUZA, U.E.L. Produtividade do serviço de concretagem em edifícios- casos práticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO-SIBRAGEC. A competitividade da construção civil no novo milênio. P.449-460. Recife: 1999. **Anais.**

ESTES, G.M.; KUESPERT, D. **Delphi in industrial forecasting.** Chemical and Engineering news, EUA, p.40-47, 1976.

FAJERSZTAJN, H. **Fôrmas para concreto armado: aplicação para o caso do edifício.** São Paulo: 1987. 247p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FREIRE, T.M.; SOUZA, U.E.L. Alternativas para a redução do consumo de materiais e mão-de-obra no serviço de concretagem. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Salvador: 2000. **Anais.**

FREIRE, Tomás. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações.** São Paulo, 2001. 325p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, USP (Universidade de São Paulo).

GILBRETH, F.B.; GILBRETH, L.M. **Process charts and their place in management.** Mechanical Engineering. 1922.

GIOVANNETTI, E. TARTUCE, R.- **Princípios básicos sobre concreto de cimento portland**, São Paulo: Pini Editora, 1990.

GODET, M. **A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica**. Lisboa. CEPES, 2000.

JOHNSON, H.T.; KAPLAN, R.S. **Relevance lost the rise and fall of management accounting**. Boston. 269p. Harvard Business School, 1987.

KELLOGG, J.C. et al. Hierarchy model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.107, n.C01, p.137-52, 1981.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo. Atlas, 1999.

LEHFELD, N.A.S.; BARROS, A.J.P. **Projeto de pesquisa: Propostas metodológicas**. Petrópolis. Vozes, 1990.

LICHTENSTEIN, N.B. **Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares**. São Paulo: 1987. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LINSTONE, H.A.; TUROFF, M. **The Delphi method: techniques and applications**. London: Addison-Wesley, 1975.

LODI, J.B. **A entrevista: teoria e prática**. 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1974.

MARCHESAN, P.R.C., **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**. Dissertação_UFRGS. Porto Alegre 2001. 169p.

MARTINO, J.P. **Technological forecasting for decision making**. 3. Ed. New York: Mc Graw-Hill Inc., 1993.

MAZZOTTI, A.J.A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais. Pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo. Copyright, 2001.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Produtividade: a chave do desenvolvimento acelerado no Brasil**. São Paulo/Washington: Mckinsey Brasil, 1998.

METHA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini Editora, 1994.

NEVES et al. Aprendizagem na implantação do PCP. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, out.2002. ENEGEP 2002 ABEPRO 1. **Anais**.

OBATA, S. H. **Indicadores de produtividade da mão-de-obra para a moldagem de estruturas de concreto armado e indicadores de qualidade dos produtos**

moldados. 2000. 340p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

PETRUCCI, **Concreto de cimento portland**, Porto Alegre: Globo Editora, 1987.

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade: Uso em empresas de construção de edifícios.** São Paulo Tese_Doutorado. Escola Politécnica de São Paulo. 1993. v1 e v2.

REVISTA CONSTRUÇÃO. São Paulo: Pini Editora, 2000. Nº 2733.

RICHARDSON, J.G. **Supervision of concrete construction.** 2 volumes. Londres: 1987.

ROSSETTI, J. P. **Introdução à economia.** São Paulo: Editora Atlas, 1997.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: Formulação e aplicação de uma metodologia.** São Paulo: 1989. 336p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SACKMAN, H. **Delphi critique: expert opinion, forecasting, and group process.** Lexington, Massachusetts: Lexington Book, 1975.

SANDERS, S.R.; THOMAS, H.R. Masonry productivity forecasting model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.119, n.1, p.163-79, 1993.

SECURATO, J.R.; KAYO, E. K. **Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses.** Cadernos de pesquisa em administração. V.1, n.4, p.51-61, 1º sem. 1997.

SELLTIZ, C. **Métodos de pesquisa nas relações sociais.** São Paulo: Herder, 1965. Capítulos 6, 7, 9 e 10.

SCHROEDER, R.G. **Operation Management: decision making in the operations function.** New York: Mc Graw Hill, 1993. 848p. 4th ed.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Editora Atlas, 1999.

SOUZA, A.L.R. **Projeto para produção de lajes racionalizadas de concreto armado de edifícios.** São Paulo: 1996a. 367p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de formas para estruturas de concreto armado.** São Paulo: 1996b. 280p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L. Medindo a produtividade da mão-de-obra na execução das fôrmas para estruturas de concreto armado. In: REUNIÃO DO IBRACON, 38.v2, p.609-622. São Paulo: 1996c. **Anais.**

SOUZA, U.E.L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** São Paulo: 2001. 357p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Salvador/BA, 2000. **Anais.** Niterói, UFF, 2000.

SOUZA, U.E.L. et al. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.** São Paulo: SENAI; ITQC; PCC USP, 1998.

SOUZA, U.E.L. Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical. In: Seminário de Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios: Vedações Verticais. São Paulo. 1998. **Anais.**

SOUZA, U.E.L.; THOMAS, H. R. (1996) The use of conversion factors for the analysis of concrete formwork labor productivity. Managing the construction project and managing risk CIB W-65. The organization and management of construction shaping theory and practice 8th International Symposium, E. & F.N. Spon, London, pp. 14-26.

SÜSSEKIND, J.C. **Curso de concreto.** Rio de Janeiro: Editora Globo, 1984. Vol. 1.

THOMAS, H.R.; YAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.4, p.623-39, 1987.

TUROFF, M. **The policy Delphi.** In: the Delphi method: techniques and applications. London: Addison-Wesley, 1975.

VARGAS, N. Entrevista: cultura para construir. **Revista Construção.** São Paulo, Pini, nº2521, 03 junho, 1996.

VICHAS, R.P. **Complete handbook of profitable marketing research techniques.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982.

WHEELWRIGHT, S. C.; MARIDAKIS, S. **Forecasting methods for manegement.** 4th ed. New York: John Wiley, 1985.

WRIGHT, J.T.C.; GIOVENAZZO, R.A. **Delphi-Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo.** Cadernos de pesquisa em administração. V. 1, n.12, 2^o trimestre/2000.

WRIGHT, J.T.C. **A técnica Delphi: Uma ferramenta útil para o planejamento do Brasil?** In: Encontro Brasileiro de Planejamento Empresarial - "Como Planejar 86", III, Anais. São Paulo: SPE - Sociedade Brasileira de Planejamento Empresarial, 1986, p.1999-207.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DAS OBRAS

As 7 obras estudadas foram nomeadas da seguinte forma: SP301, SP302, SP303, SP304, SP305, SP306, SP307. As características principais das obras serão descritas abaixo.

SP301

A obra SP301 é um edifício residencial em que foram estudadas 11 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical e horizontal para o concreto foi a bomba. O concreto tanto para pilares quanto para vigas era de 25Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2, o abatimento do concreto foi de 80mm. A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 7 Homens e a equipe média para a concretagem de vigas+lajes foi de 12 Homens. As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A1.

Tabela A1-Características principais do pavimento-tipo obra SP301.

N pilares	24
Σ Volume Pilar	10,75
Mediana Área Seção Pilares	0,19
N Vigas	39
Σ Volume Viga	12,10
Mediana largura viga (cm)	16,5
Mediana comprimento viga (cm)	266,5
Mediana altura viga (cm)	46
N lajes	17
Σ Vol laje	27,93
Mediana espessura laje	10

A obra SP301 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

SP302

A obra SP302 é um edifício residencial em que foram estudadas 19 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical e horizontal para o concreto foi a bomba. O concreto tanto para pilares quanto para vigas era de 30Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2, o abatimento do concreto foi de 80mm.

A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 4 Homens e a equipe média para a concretagem de vigas+lajes foi de 13 Homens.

As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A2.

Tabela A2-Características principais do pavimento-tipo obra SP302.

N pilares	20
Σ Volume Pilar	9,24
Mediana Área Seção Pilares	0,21
N Vigas	33
Σ Volume Viga	8,58
Mediana largura viga (cm)	14
Mediana comprimento viga (cm)	283
Mediana altura viga (cm)	55
N lajes	8
Σ Vol laje	23,97
Mediana espessura laje	11,00

A obra SP302 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

SP303

A obra SP303 é um edifício residencial em que foram estudadas 23 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical foi o elevador e horizontal foi a jélica, também foi utilizado bomba para transporte vertical e horizontal do concreto. O concreto tanto para pilares quanto para vigas era de 30Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2, o abatimento do concreto foi de 60mm para pilares e de 80mm para vigas+lajes.

A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 8 Homens e a equipe média para a concretagem de vigas+lajes foi de 8 Homens.

As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A3.

Tabela A3- Características principais do pavimento-tipo obra SP303

N pilares	16
Σ Volume Pilar	10,15
Mediana Área Seção Pilares	0,16
N Vigas	22
Σ Volume Viga	6,41
Mediana largura viga (cm)	12
Mediana comprimento viga (cm)	357
Mediana altura viga (cm)	55
N lajes	1
Σ Vol laje	32,71
Mediana espessura laje	16

A obra SP303 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

SP304

A obra SP304 é um edifício residencial em que foram estudadas 47 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical e horizontal para o concreto foi a grua em 38 concretagens e a bomba 9 concretagens. O concreto tanto para pilares quanto para vigas era de 30Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2, o abatimento do concreto foi de 60mm.

A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 4 Homens e a equipe média para a concretagem de vigas+lajes foi de 7 Homens.

As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A4.

Tabela A4- Características principais do pavimento-tipo obra SP304.

N pilares	23
Σ Volume Pilar	24,28
Mediana Área Seção Pilares	0,41
N Vigas	13
Σ Volume Viga	2,49
Mediana largura viga (cm)	19
Mediana comprimento viga (cm)	163
Mediana altura viga (cm)	46
N lajes	11
Σ Vol laje	57,64
Mediana espessura laje	16,00

A obra SP304 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

SP305

A obra SP5 é um edifício residencial em que foram estudadas 15 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical e horizontal para o concreto foi a grua em 6 concretagens e a bomba em 9 concretagens. O concreto para pilares foi de 35Mpa enquanto para vigas era de 30Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2.

A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 6 Homens e a equipe média para a concretagem de vigas+lajes foi de 10 Homens.

As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A5.

Tabela A5-Características principais do pavimento-tipo obra SP305.

N pilares	24
Σ Volume Pilar	32,13
Mediana Área Seção Pilares	0,47
N Vigas	29
Σ Volume Viga	10,72
Mediana largura viga (cm)	14
Mediana comprimento viga (cm)	245
Mediana altura viga (cm)	63
N lajes	9
Σ Vol laje	48,27
Mediana espessura laje	10,00
N pilares	24
Σ Volume Pilar	32,13
Mediana Área Seção Pilares	0,47
N Vigas	29
Σ Volume Viga	10,72
Mediana largura viga (cm)	14
Mediana comprimento viga (cm)	245
Mediana altura viga (cm)	63
N lajes	9
Σ Vol laje	48,27
Mediana espessura laje	10,00

A obra SP305 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

SP306

A obra SP306 é um edifício residencial em que foram estudadas 23 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical e horizontal para o concreto foi a grua em 15 concretagens, a bomba foi utilizada em 2 concretagens e o elevador

foi utilizado como transporte vertical juntamente com a jélica como transporte horizontal em 6 concretagens. O concreto tanto para pilares quanto para vigas era de 30Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2, o abatimento do concreto foi de 60mm.

A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 7 Homens e a equipe média para a concretagem de vigas+lajes foi de 12 Homens.

As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A6.

Tabela A6- Características principais do pavimento-tipo obra SP306.

N pilares	36
Σ Volume Pilar	27,09
Mediana Área Seção Pilares	0,31
N Vigas	47
Σ Volume Viga	16,75
Mediana largura viga (cm)	19
Mediana comprimento viga (cm)	260
Mediana altura viga (cm)	53
N lajes	16
Σ Vol laje	63,32
Mediana espessura laje	12,00

A obra SP306 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

SP307

A obra SP307 é um edifício residencial em que foram estudadas 15 concretagens de pilares e vigas+lajes. O sistema de transporte vertical e horizontal para o concreto foi a grua. O concreto tanto para pilares quanto para vigas era de 30Mpa e as britas utilizadas foram brita1 e brita 2, o abatimento do concreto foi de 80mm.

A equipe média utilizada para a concretagem de pilares foi de 7 Homens, a equipe média para a concretagem de lajes foi de 7 Homens e para a concretagem das vigas pré-moldadas foi de 7 Homens.

As características principais de pilares, vigas e lajes estão presentes na tabela A7.

Tabela A7- Características principais do pavimento-tipo obra SP307.

N pilares	34
Σ Volume Pilar	24,01
Mediana Área Seção Pilares	0,27
N Vigas	59
Σ Volume Viga	15,21
Mediana largura viga (cm)	14
Mediana comprimento viga (cm)	320
Mediana altura viga (cm)	56
N lajes	21
Σ Vol laje	42,86
Mediana espessura laje	12

A obra SP307 foi executada em estrutura reticulada de concreto armado.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DELPHI PRIMEIRA RODADA

1. Introdução

A técnica Delphi passou a ser disseminada no começo dos anos 60, sendo, na sua concepção original, uma técnica para busca de consenso de opiniões, de um grupo de especialistas, a respeito de eventos futuros.

O Delphi é um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando-se o anonimato das respostas individuais. Na primeira rodada os especialistas recebem um questionário, preparado por uma equipe de coordenação, ao qual é solicitado responder individualmente, usualmente com respostas quantitativas apoiadas por justificativas e informações qualitativas.

As respostas das questões quantitativas são tabuladas, recebendo um tratamento estatístico, e os resultados são devolvidos aos participantes na rodada seguinte. Quando há justificativas e opiniões qualitativas associadas a previsões quantitativas, a coordenação busca relacionar os argumentos às projeções quantitativas correspondentes.

A cada nova rodada as perguntas são repetidas, e os participantes devem reavaliar suas respostas à luz das respostas numéricas e das justificativas dadas pelos demais respondentes da rodada anterior. São solicitadas novas respostas com justificativas, particularmente se estas respostas divergirem das respostas centrais do grupo. Esse processo é repetido por sucessivas rodadas do questionário até que a divergência de opiniões entre especialistas tenha se reduzido a um nível satisfatório, e a resposta da última rodada é considerada como a opinião do grupo.

Mais recentemente, o conceito tradicional do Delphi aqui descrito, geralmente aplicado a tendências e eventos futuros, tem sido estendido para incorporar a busca de idéias e estratégias para a proposição de políticas organizacionais mais gerais. Esta nova forma de Delphi não se caracteriza tão claramente como um instrumento de previsão, mas sim como uma técnica de apoio à decisão e à definição de políticas, e passou a ser conhecida como o “Policy Delphi”.

2. A importância do estudo da produtividade no serviço de concretagem

Estudos (REVISTA CONSTRUÇÃO, 2000; SOUZA, 1996b; FAJERSZTAJN, 1987) indicam que a superestrutura representa algo em torno de 20% do custo da construção de edifícios habitacionais ou comerciais, sendo que no Brasil há grande tradição no emprego do concreto armado para execução da superestrutura.

A importância financeira da estrutura de concreto armado em relação ao empreendimento e a possibilidade de obter redução de custos de execução da mesma impulsionou a realização da presente pesquisa, que centrou seu foco na concretagem, já que esse serviço é alvo constante de insatisfação por parte dos construtores e pesquisas relacionadas ao tema indicam uma variação grande dos indicadores de produtividade.

O levantamento de valores de produtividade em campo, que subsidiou o presente questionário, revelou a grande variação de valores, representados na faixa abaixo.

O levantamento dos fatores que levaram a essa variação dos valores da produtividade foi realizado através do próprio levantamento de campo e do questionamento prévio a gestores.

A partir do levantamento desses fatores foi possível a criação de uma lista de ações, as quais se acredita causem melhorias nos valores de produtividade. A partir dessa lista os participantes do painel Delphi poderão escolher as 5 que considera terem melhor relação custo-benefício.

3. O uso do Delphi na priorização de ações visando a melhoria da produtividade

Na presente pesquisa usaremos o Policy Delphi, que se configura como uma ferramenta para a tomada de decisão. O procedimento utilizado será o seguinte:

- apresentação de uma lista contendo todas as sugestões que foram consideradas favoráveis à melhoria da produtividade, com base no levantamento de campo e no questionamento a gestores das obras estudadas.
- solicitação para cada respondente indicar as 5 de melhor relação custo-benefício e justificarem tal escolha.
- Devolução do questionário com a porcentagem de votos atribuída a cada uma, juntamente com as principais justificativas.
- Execução de segunda rodada de questionário, em que os respondentes, com base ainda nas suas convicções, mas também nas respostas de todos os demais participantes, escolheria novamente as 5 ações de melhor custo-benefício, podendo mudar a sua escolha da primeira rodada e justificando sua escolha.

- Realização do processamento final; e a sua análise traria a opinião geral, que seria devolvida a todos os respondentes para sua ciência.

4. Instruções

Inicialmente, obrigado por você concordar em participar do painel Delphi, que objetiva identificar a viabilidade da aplicação de ações potencialmente indutoras de melhoria da produtividade da concretagem.

Solicitamos que responda a todas as questões em que tenha informações relevantes. Não é obrigatório responder a todos os quesitos, mas como ninguém detém respostas absolutas sobre os mesmos, pedimos um esforço no sentido de contribuir com sua visão particular, ainda que fuja um pouco de sua específica área. Todas as contribuições nos são valiosas, pois a diversidade de opiniões e informações é essencial para explorar problemas e propor soluções criativas.

Você deverá escolher as 5 ações que considera mais relevante para melhoria da produtividade da concretagem.

As respostas individuais serão mantidas em sigilo. No entanto, é muito importante para nós que os campos sobre nome, empresa, telefone para contato e e-mail sejam preenchidos.

Este questionário, mesmo que parcialmente preenchido, deve ser devolvido para o e-mail:

manuela.dantas@poli.usp.br

Para esclarecer eventuais dúvidas, favor entrar em contato com Manuela Modesto Dantas por meio do e-mail acima citado.

O retorno do questionário à equipe de coordenação deverá ser realizado em um período de uma semana.

Novamente, obrigado por sua colaboração.

QUESTIONÁRIO DELPHI - PARTE 1

Nome:

Empresa:

Cargo:

Telefone:

E-mail:

Ramo de atuação da empresa:

QUESTIONÁRIO DELPHI - PARTE 2

Aponte as cinco medidas que considera mais viáveis em termos de custo/benefício para melhorar a produtividade da concretagem no curto prazo:

() **Pedir concreto com abatimento (slump) mais elevado.**

Explicação: Slump mais elevado em geral está associado a uma trabalhabilidade maior, o que facilita o serviço.

Justificativa-

() **Pedir concreto com Fck mais alto.**

Explicação: Fck mais alto está muitas vezes associado a melhor trabalhabilidade, devido a ter-se, muitas vezes, mais pasta.

Justificativa-

() **Aumentar o número de vibradores por concretagem.**

Explicação: O aumento do número de vibradores em geral está associado à maior rapidez de vibração e, portanto, da concretagem.

Justificativa-

() **Não pedir concreto em usina na sexta-feira.**

Explicação: Sexta-feira está associado a maior trânsito e maior número de pedidos, o que causaria maiores atrasos.

Justificativa-

() **Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã.**

Explicação: O período da tarde sofre os efeitos de atrasos de obras servidas pela manhã.

Justificativa-

() **Diminuir o percentual de ajudantes na equipe de concretagem.**

Explicação: Equipe com maior número de oficiais está associada com melhores valores de produtividade.

Justificativa-

() **Solicitar que os projetos estruturais tenham lajes com espessuras maiores.**

Explicação: O esforço para vibrar e sarrafear concreto quase não muda com aumento da espessura da laje.

Justificativa-

() **Solicitar que os projetos estruturais tenham menor número de lajes.**

Explicação: Maior número de lajes está associado a piores valores de produtividade.

Justificativa-

() **Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maior compacidade.** Explicação: Maior valor de compacidade está associado a melhor valor de produtividade.

Justificativa-

() **Solicitar que os projetos estruturais tenham menor índice kg armação/Volume de concreto.**

Explicação: Maior taxa de armação dificulta vibração.

Justificativa-

() **Evitar a execução de pilares com armação dupla.**

Explicação: Dificulta a concretagem quanto à entrada do concreto.

Justificativa-

() **Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com alturas iguais ou superiores a 60cm.**

Explicação: A concretagem tem de ocorrer em duas etapas, dificultando o serviço.

Justificativa-

() **Solicitar que os projetos estruturais tenham pequeno percentual de vigas invertidas.**

Explicação: A presença de vigas invertidas está associada a piores valores de produtividade.

Justificativa-

() **Utilizar acabamento sarrafeado para lajes.**

Explicação: Acabamento sarrafeado está associado a maior facilidade de execução de serviços e a maiores valores de produtividade.

Justificativa-

() Solicitar que os projetos estruturais tenham comprimentos de vigas medianos mais elevados.

Explicação: Maior facilidade na execução de uma viga de 4 metros que 2 de 2 metros.

Justificativa-

() Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas.

Explicação: A utilização da bomba está associada a melhores valores de produtividade.

Justificativa-

() Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de pilares.

Explicação: A utilização da bomba está associada a melhores valores de produtividade.

Justificativa-

() Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maiores seções.

Explicação: Maior seção está associada a maior facilidade de concretagem.

Justificativa-

() Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias.

Explicação: A antecedência de pedido gera melhor atendimento e planejamento por parte da concreteira.

Justificativa-

() **Evitar refazer solicitação de concreto.**

Explicação: Gera má vontade por parte da concreteira.

Justificativa-

() **Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira.**

Explicação: Ter estacionamento dentro da obra e próximo do local de descarregamento diminui atrasos intermediários.

Justificativa-

() **Escolher concreteira com menor distância da obra.**

Explicação: Gera menos atrasos.

Justificativa-

() **Utilizar sistemas pressurizados para suprimento de água no andar a ser concretado.**

Explicação: Adoção de tambores facilita atrasos intermediários por espera de água para molhar compensados.

Justificativa-

() **Evitar a realização de pilar de altura dupla.**

Explicação: É mais complicado a execução.

Justificativa-

() Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com largura inferior a 12cm.

Explicação: Dificuldade de penetrar concreto e vibração em lajes com largura inferior a 12cm.

Justificativa-

() Solicitar que os projetos estruturais tenham menor densidade de armadura de vigas, e que evitem diâmetros grandes para armação longitudinal superior.

Explicação: Dificulta a entrada do concreto e vibração.

Justificativa-

() Solicitar que os projetos estruturais não tenham desnível na superfície de laje. Explicação: Dificulta a execução do serviço.

Justificativa-

() Utilizar nas concretagens caçamba de grua de maior tamanho.

Explicação: Maior volume a ser lançado por ciclo.

Justificativa-

() Utilizar o nível a laser para nivelamento de lajes.

Explicação: Maior rapidez de execução de nivelamento, não necessita do auxílio de taliscas ou mestras.

Justificativa-

() Definição cedo do volume do último caminhão.

Explicação: Evitar a existência de atrasos.

Justificativa-

() **Evitar utilização de concreto com brita 2.**

Explicação: Brita 2 está associada a dificuldade de adensamento e acabamento.

Justificativa-

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DELPHI SEGUNDA RODADA

PREZADO (A) SENHOR (A),

Inicialmente, agradecemos pela sua participação no painel Delphi sobre ações para melhoria da produtividade da concretagem. esta é a segunda rodada do questionário Delphi.

Solicitamos sua colaboração para que responda a este questionário, considerando os resultados da primeira rodada e tendo em mente que:

- Não existem respostas corretas, desejamos sua visão sobre o assunto.
- Não é obrigatório justificar a todas as questões, contudo, pedimos que contribua com sua visão particular.
- Você pode optar por mudar suas respostas, ou mantê-las.
- Você deverá escolher 5 alternativas que considere ter melhor desempenho para aumento da produtividade da concretagem, você poderá mudar sua escolha da primeira rodada de questionários.

Todas as contribuições nos são valiosas, pois a diversidade de opiniões e informações é essencial para explorar problemas e propor soluções criativas.

Todos que participarem desta atividade de pesquisa receberão, além de nosso reconhecimento público, um relatório sintético das conclusões alcançadas, para seu uso.

Favor devolver este questionário preenchido até o próximo dia 03 de abril, por e-mail para manuela.dantas@poli.usp.br.

Dúvidas podem ser dirimidas com Manuela Modesto Dantas através do e-mail manuela.dantas@poli.usp.br.

Sua resposta é muito importante para a continuidade da pesquisa, não deixe de continuar participando. Contamos com sua colaboração.

QUESTIONÁRIO DELPHI - PARTE 1

Nome:

Empresa:

Cargo:

Telefone:

e-mail:

Ramo de atuação da empresa:

QUESTIONÁRIO DELPHI - PARTE 2

Aponte as cinco medidas que considera mais viáveis em termos de custo/benefício para melhorar a produtividade da concretagem no curto prazo, você pode escolher alternativas diferentes das que escolheu no primeiro questionário:

() **Pedir concreto com abatimento (slump) mais elevado.**

28,6% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: slump mais elevado em geral está associado a uma trabalhabilidade maior, o que facilita o serviço.

Justificativas mais utilizadas:

Mais fácil de trabalhar, principalmente se feito com bomba.

Maior facilidade de lançamento e adensamento.

Como o objetivo é a redução das etapas, o concreto com slump mais elevado facilitará o acabamento, permitindo espessuras menores de regularização. não

perdemos, no entanto, o cuidado com a relação a/c. com o uso de concreto bombeável, essa premissa já é atendida em muitos casos.

Na verdade minha opinião não se limita apenas a concreto com slump mais alto, mas sim, está relacionada ao uso de concreto auto adensável. este concreto já é uma realidade em vários países, mas no Brasil seu uso ainda é incipiente. o uso deste concreto mudará completamente as dificuldades que hoje enfrentamos nas concretagens, pois praticamente elimina o uso de vibradores, os problemas de acabamento superficial de lajes, diminui o tempo de concretagem e tem uma série de outros benefícios.

() Pedir concreto com fck mais alto.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: fck mais alto está muitas vezes associado a melhor trabalhabilidade, devido a ter-se, muitas vezes, mais pasta.

Justificativas mais utilizadas:

O concreto de fck mais alto permite na verdade o uso de lajes planas com menos vigas, e é isto na verdade que facilita o processo de concretagem.

() Aumentar o número de vibradores por concretagem.

9,5% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: o aumento do número de vibradores em geral está associado à maior rapidez de vibração e, portanto, da concretagem.

Justificativas mais utilizadas:

Simultaneamente mais pontos sendo concretados.

() **Não pedir concreto em usina na sexta-feira.**

33,3% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: sexta-feira está associada a maior número de pedidos, o que causaria maiores atrasos.

Justificativas mais utilizadas:

Nas sextas, normalmente, há um acúmulo de pedidos, o que gera atrasos e imprevistos que não existem em outros dias.

Para a cidade de São Paulo realmente faz bastante diferença, principalmente se a usina não é perto da obra.

Todo mundo quer concretar na sexta-feira para ganhar o fim de semana como período de escoramento com forma, o que causa congestionamento na usina com perda de qualidade no atendimento, gerando atrasos.

O trânsito nas sextas-feiras é sempre mais complicado, gerando atrasos adicionais.

Qualquer emergência como quebra de equipamento é sempre mais difícil de ser prontamente atendida nos finais de tarde nas sextas-feiras.

As usinas têm maior dificuldade em atender às sextas-feiras, tanto pela maior demanda por parte das obras, como pelo fato de esse dia ser o de maior trânsito na semana (em São Paulo).

() **Sempre programar concretagens com concreto usinado para o período da manhã.**

47,6% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: o período da tarde sofre os efeitos de atrasos de obras servidas pela manhã.

Justificativas mais utilizadas:

No período da manhã, temos mais tempo de garantir o bom acabamento do concreto.

Realmente os chamados repiques das bombas geram atrasos e inícios tardios das concretagem, fazendo com que a mão-de-obra fique, muitas vezes, aguardando a chegada dos caminhões.

Toda concretagem de lajes deve ser feita a partir da primeira hora da manhã, deixando o concreto já confirmado no dia anterior. existe por trás do serviço de concretagem também, a programação do controle tecnológico, laje acabada quando houver. Além disso, iniciando pela manhã bem cedo, o primeiro caminhão vai direto para a obra. Dificilmente serão necessárias “horas extras” para término de concretagem.

() Diminuir o percentual de ajudantes na equipe de concretagem.

0% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: equipe com maior número de oficiais está associada com melhores valores de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

() Solicitar que os projetos estruturais tenham lajes com espessuras maiores.

9,5% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: o esforço para vibrar e sarrafear concreto quase não muda com aumento da espessura da laje.

Justificativas mais utilizadas:

Isto só tem sentido se as espessuras maiores forem calculadas para a eliminação ou diminuição de vigas.

() Solicitar que os projetos estruturais tenham menor número de lajes.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior número de lajes está associado a piores valores de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

Muitas vigas que dificultam a montagem de formas e concretagem.

() Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maior compacidade.

0% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior valor de compacidade está associado a um melhor valor de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

() Solicitar que os projetos estruturais tenham menor índice kg armação/volume de concreto.

9,5% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior taxa de armação dificulta vibração.

Justificativas mais utilizadas:

Com altos índices de armação/volume, principalmente para pilares acontecem bicheiras e a vibração é mais difícil e lenta.

() Evitar a execução de pilares com armação dupla.

0% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: dificulta a concretagem quanto à entrada do concreto.

Justificativas mais utilizadas:

() Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com alturas iguais ou superiores a 60cm.

19% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: a concretagem tem de ocorrer em duas etapas, dificultando o serviço.

Justificativas mais utilizadas:

A concretagem de vigas , por natureza, já é complicada devido a dificuldade do manuseio das agulhas do vibrador. desta forma, fazer este serviço em duas etapas proporcionam produtividades piores.

() Solicitar que os projetos estruturais tenham pequeno percentual de vigas invertidas.

38,1% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: a presença de vigas invertidas está associada a piores valores de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

A existência de vigas invertidas diminui a produtividade, mas a concepção do projeto normalmente é mais importante para a análise da obra como um todo que a produtividade da concretagem

Além de ser mais difícil para concretar, prejudicando a produtividade, as vigas invertidas dão mais trabalho para a montagem/travamento das fôrmas e estão mais suscetíveis a problemas de concretagem (bicheiras e desalinhamento)

O apoio da forma torna-se muito mais difícil. a concretagem tem de ocorrer em 2 etapas de serviço.

() Utilizar acabamento sarrafeado para lajes.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: acabamento sarrafeado está associado a maior facilidade de execução de serviços e a maiores valores de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

Quando as especificações da obra permitirem o acabamento da laje apenas sarrafeado, torna-se fator de aumento de produtividade de curto prazo.

() Solicitar que os projetos estruturais tenham comprimentos de vigas medianos mais elevados.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior facilidade na execução de uma viga de 4 metros que 2 de 2 metros.

Justificativas mais utilizadas:

A adoção de vigas com comprimentos medianos maiores realmente proporciona melhores produtividades das equipes, pois não se quebra a continuidade do serviço,

() Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de lajes+vigas.

85,7% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: a utilização da bomba está associada a melhores valores de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

Em pilares, vigas e lajes, o uso de bomba melhora a produtividade.

Quanto mais mecanizado for o serviço de concretagem, maiores os índices de produtividade e principalmente qualidade na concretagem.

No caso de utilização de jericas a bomba tem produtividade bem maior.

Redução de equipe com transporte.

Eliminação de caminhos na laje.

É a ação mais eficaz para aumento de produtividade.

Sem duvida, as concretagens com lança, melhoram significativamente o tempo de concretagem, também porque as concreteiras sabem que se o concreto demorar mais do que 60 minutos de intervalo entre os caminhões, será necessário a limpeza da bomba para dar continuidade na concretagem

A bomba faz todo o transporte, horizontal e vertical, do concreto dando uma produtividade + elevada; mas os custos com o concreto bombeável e do serviço de bombeamento devem ser analisados caso a caso.

A bomba permite a distribuição melhor no momento do lançamento do concreto, evitando o transporte a distâncias elevadas que ocasionaria segregação, dificultando o nivelamento final. com menor trânsito (de jericas, por exemplo) e menos operários envolvidos no transporte do concreto, há também melhores condições para a aplicação.

A bomba-lança agiliza a concretagem, pois não necessita da desmontagem/montagem da tubulação fixa, além de reduzir o número de funcionários para lançar o concreto, aumentando a produtividade.

() Utilizar a bomba com lança como equipamento de transporte para a concretagem de pilares.

28,6% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: a utilização da bomba está associada a melhores valores de produtividade.

Justificativas mais utilizadas:

Quanto mais mecanizado for o serviço de concretagem, maiores os índices de produtividade e principalmente qualidade na concretagem.

Bombas sempre melhoram a produtividade.

O transporte vertical pode ser gargalo que impeça uma maior produtividade nas concretagens. quando for viabilizada a utilização de bomba com lança, e, com equipe adequadamente dimensionada para adensamento e sarrafeamento, é possível ter ganho na produtividade da concretagem de lajes, vigas e pilares. temos a contra-partida dos aumentos de custos no preço do concreto (bombeável) e do aluguel do equipamento.

() Solicitar que os projetos estruturais tenham pilares com maiores seções.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior seção está associada a maior facilidade de concretagem.

Justificativas mais utilizadas:

() Pedir concreto usinado com antecedência de 3 dias.

33,3% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: a antecedência de pedido gera melhor atendimento e planejamento por parte da concreteira.

Justificativas mais utilizadas:

Grande causa de atrasos nas concreteiras é a falta de programação por parte da obra.

Sem dúvida, um dos maiores índices de falta de produtividade é o desperdício. se a concretagem se der no “encaixe da programação” fatalmente será mal atendida.

Programar corretamente uma concretagem é o passo numero 1 para se ter produtividade.

Um dos maiores problemas quanto à produtividade, considerando o tempo global destinado ao serviço, está na chegada do concreto dentro do horário estipulado. usinas do interior possuem menor frota e percorrem distâncias maiores, estando mais sujeitas a interferências com a quebra de algum caminhão. sendo feito o pedido com antecedência e a programação correta, os atrasos, bastante comuns, são minimizados.

O atraso dos caminhões-betoneira influencia diretamente na produtividade do serviço. fazer a programação com antecedência minimiza (mas não elimina) os problemas de abastecimento.

() Evitar refazer solicitação de concreto.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: gera má vontade por parte da concreteira.

Justificativas mais utilizadas:

() **Fazer layout do canteiro preparado para acesso de caminhões-betoneira.**

38,1% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: ter estacionamento dentro da obra e próximo do local de descarregamento diminui atrasos intermediários.

Justificativas mais utilizadas:

Certamente um layout adequado pode melhorar os indicadores de produtividade, pois, a redução, por exemplo, dos tempos de troca e atraso, fazendo com que o fluxo de concreto seja constante aumenta o desempenho da equipe.

O layout do canteiro é muito importante para melhorar a produtividade em todas as fases da obra, e deve ir se alterando a cada fase da obra

Qualquer redução no transporte horizontal terá um benefício elevado uma vez que os custos do planejamento do layout é praticamente zero.

() **Escolher concreteira com menor distância da obra.**

23,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: gera menos atrasos.

Justificativas mais utilizadas:

Atrasos causados pela malha viária em obras na grande São Paulo.

Principalmente em cidades grandes, onde o trânsito é determinante

O trânsito em São Paulo é imprevisível. item importantíssimo para o bom atendimento nas concretagens.

Concreteira próxima a obra normalmente é mais ágil no atendimento, e tem menor probabilidade de atrasos devido ao trânsito. qualquer atraso na entrega do concreto significa equipe de concretagem parada.

() Utilizar sistemas pressurizados para suprimento de água no andar a ser concretado.

0% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: adoção de tambores facilita atrasos intermediários por espera de água para molhar compensados.

Justificativas mais utilizadas:

() Evitar a realização de pilar de altura dupla.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: é mais complicada a execução.

Justificativas mais utilizadas:

() Solicitar que os projetos estruturais não tenham vigas com largura inferior a 12cm.

9,5% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: dificuldade de penetrar concreto e vibração em lajes com largura inferior a 12cm.

Justificativas mais utilizadas:

O cuidado na concretagem deve ser maior para não haver bicheiras.

A produtividade está relacionada com o projeto, muitas vigas, muitos recortes, e demais itens citados acima dificultam a execução.

Realmente estas larguras mínimas, dificultam a concretagem e aumentam o índice de aparecimento de bicheiras.

() Solicitar que os projetos estruturais tenham menor densidade de armadura de vigas, e que evitem diâmetros grandes para armação longitudinal superior.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: dificulta a entrada do concreto e vibração.

Justificativas mais utilizadas:

A penetração do concreto é muito prejudicada quando se tem uma densidade muito grande de armadura em vigas e pilares profundos.

() Solicitar que os projetos estruturais não tenham desnível na superfície de laje.

14,3% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: dificulta a execução do serviço.

Justificativas mais utilizadas:

Criar lajes planas que possibilitem continuidade no lançamento, adensamento e principalmente de acabamento superficial, evitando vigas invertidas, ressaltos, mísulas, dentes e outros.

Dificulta e muito, pois a preparação deste desnível, que acontece em poucos lugares e na maioria das vezes de 1 ou 2 cm representa uma perda significativa de tempo, em comparação com a redução do consumo de concreto e ou dos benefícios com impermeabilização e/ou acabamento final.

() **Utilizar nas concretagens caçamba de grua de maior tamanho.**

23,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior volume a ser lançado por ciclo.

Justificativas mais utilizadas:

Deve-se sempre utilizar a maior caçamba possível para reduzir o número de ciclos, mas estaremos sempre limitados á capacidade da grua.

Como a produtividade da concretagem com grua está diretamente associada ao tempo de movimentação da caçamba (vertical e horizontal), quanto maior a capacidade da caçamba, menos viagens e menos tempo de movimentação.

() **Utilizar o nível a laser para nivelamento de lajes.**

23,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: maior rapidez de execução de nivelamento, não necessita do auxílio de taliscas ou mestras.

Justificativas mais utilizadas:

Com a utilização de tecnologias existentes, desde que de forma consciente, podemos agilizar a execução das concretagens e ainda melhorarmos a precisão de avaliação de possíveis desnivelamentos das fôrmas, reduzindo também o sobreconsumo de concreto.

Equipe trabalha mais segura e facilita o acabamento. além disso, permite melhores condições na aplicação dos serviços subseqüentes.

() **Definição cedo do volume do último caminhão.**

19% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: evitar a existência de atrasos.

Justificativas mais utilizadas:

Normalmente a liberação do “complemento” é feita tardiamente o gera espera da equipe diminuindo assim a produtividade.

No término das concretagens, quando ocorre espera para término do lançamento do penúltimo caminhão e consequente cálculo para solicitação do volume faltante para conclusão da concretagem, tem, dependendo do percurso e horário do itinerário do caminhão betoneira, uma espera improdutiva de toda a equipe. portanto a definição anterior do volume do último caminhão é fator de ganho de produtividade de aplicação imediata. se estivermos em etapas de laje tipo, temos mais facilidade no controle desse volume inclusive através da rastreabilidade.

() Evitar utilização de concreto com brita 2.

4,8% dos participantes votaram nessa medida.

Explicação: brita 2 está associada a dificuldade de adensamento e acabamento.

Justificativas mais utilizadas:

APÊNDICE D – ROTEIRO UTILIZADO PARA ENTREVISTAS

ETAPA	FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
INÍCIO	Dia da semana	
	Período (M,T)	
	Ter de acabar fôrmas/armação antes	
	Antecedência da solicitação	
	Solicitação refeita?	
	Cuidados que evitam atrasos de parte da obra	
	Aspectos particulares da obra	
	Restrições do condomínio	
TROCA	Layout do canteiro	
	Procedimentos de controle tecnológico	
	Recomendações especiais quanto ao concreto (exemplo: aditivos especiais)	
ATRASOS INTERMEDIÁRIOS	Dia da semana	
	Distância da obra à usina	
	trânsito	
FINALIZAÇÃO	Hora de término	
VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (ESTRUTURA TODA)	P x L x V/L x parede x bloco x baldrame	
	V x L (% V/V+L)	
	Área pavimento	
	Laje média	
	Altura do pavimento	
VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (PILARES)	Tamanho do pilar	
	Compacidade (retang x quadrado)	

ETAPA	FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
(PILARES)	Densidade de armadura pilar	
	Pilar armadura dupla	
	Armação de viga pronta	
VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (VIGAS)	Tamanho das vigas (volume, comprimento, seção mediana)	
	Largura vigas	
	Altura vigas	
	Densidade armadura vigas	
	Viga de borda x interna	
	Armadura na parte superior	
VELOCIDADE DE DESCARREGAMENTO (LAJES)	Espessura da laje	
	Desnível na superfície de laje	
	Acabamento superficial especificado	
EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS (PILARES)	Grua x bomba x elevador cabo x elevador cremalheira	
	Tamanho da caçamba	
	Desnível a vencer	
EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS (VIGAS E LAJES)	Grua x bomba x elevador cabo x elevador cremalheira	
	Tamanho da caçamba	
	Desnível a vencer	
	Tipo de talisca e/ou mestra	
ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	Tamanho da equipe	
	Formação da equipe	
	Número de frentes concretagem	
	Número de vibradores	

ETAPA	FATOR	COMENTÁRIOS DOS ENTREVISTADOS
	Incentivos presentes	
	Vibrador de cinto	
ÚLTIMO CAMINHÃO		
O CONCRETO	slump	
	Britas usadas	
CLIMA		
ANORMALIDADES		