FERNANDA FERNANDES MARCHIORI

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE
REDES DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO PARA ORÇAMENTAÇÃO DE
OBRAS DE EDIFICAÇÕES**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Título
de Doutor em Engenharia

São Paulo
2009

FERNANDA FERNANDES MARCHIORI

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE
REDES DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO PARA ORÇAMENTAÇÃO DE
OBRAS DE EDIFICAÇÕES**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Título
de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil e Urbana

Orientador: Prof. Livre-Docente
Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

São Paulo
2009

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 30 de novembro de 2009.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Marchiori, Fernanda Fernandes

**Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações / F.F. Marchiori. -- ed.rev. -- São Paulo, 2009.
237 p.**

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Edificações (Custos; Orçamentos; Composição) 2. Construção civil I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

Dedico este trabalho aos meus amados
Laura e Ubirajara

AGRADEÇO...

A Deus por me proporcionar esta maravilhosa experiência de vida, neste momento, com estas pessoas, com as dificuldades que apareceram, com as soluções que também vieram e pelo tanto que cresci como profissional e como pessoa.

Ao Professor Ubiraci, pela orientação e amizade que teve sempre para comigo; pelas incontáveis horas que dedicou às discussões deste trabalho, pelo seu inspirador exemplo de amor à pesquisa e pelos seus ensinamentos, com os quais aprendi tanto!

Ao meu companheiro Ubirajara, pela paciência, serenidade e equilíbrio que muito me ajudaram na elaboração deste trabalho.

À minha amada filha Laura, por me incentivar; pela luz que me traz a cada dia e por me ensinar tantas coisas novas.

Aos meus pais Marisete e Luis Fernando e irmãos Rossano e Juliano, que sempre me apoiaram e em todos os momentos estiveram ao meu lado, dando força para que eu pudesse trilhar meu próprio caminho.

À minha sogra Aparecida, por cuidar com tanto carinho da nossa Laurinha nos momentos em que precisei me ausentar para elaboração deste trabalho.

À família Perez, em especial à querida amiga Regina, pela força que me deu em tantos momentos da vida, em especial no doutorado, pela sua presença amiga e espírito positivo.

À minha querida amiga Auri, por estar sempre ao meu lado, pelo incentivo em todos os momentos deste trabalho e por me mostrar, pelo seu exemplo de determinação, que na prática que é possível fazer a teoria acontecer.

Ao Professor Sérgio Alfredo Rosa da Silva, que, desde o princípio do doutorado me auxiliou; dando valiosas contribuições desde a época do plano de pesquisa, durante suas aulas, elucidando o caminho a ser seguido no exame de qualificação e sua visão apresentada na defesa da tese sobre os desdobramentos em termos de pesquisa que este tema pode ter.

Ao Professor Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso, pelas suas contribuições, tanto no exame de qualificação quanto na defesa da tese, trazendo sua experiência profissional para que este trabalho pudesse ser melhorado.

Ao Professor Antônio Edésio Jüngles, pelas sugestões e críticas, em especial nas conceituações sobre custos utilizadas ao longo do texto, as quais ajudaram no aprimoramento desta tese.

Ao Professor Almir Sales, pela leitura cuidadosa, pelos comentários tão pertinentes no momento da defesa e por compartilhar sua visão de pesquisador para o enriquecimento deste tema.

Aos Professores das disciplinas que cursei durante o doutorado: Francisco Ferreira Cardoso, Silvio Burratino Melhado, Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, Sérgio Alfredo Rosa da Silva, Afonso Carlos Corrêa Fleury, Osvaldo Shigueru Nakao, Jose Aquiles Grimoni, por compartilharem seus conhecimentos e experiências, instigando, questionando e dando ferramentas para a construção da base de conhecimentos que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos Engenheiros da CEF Sidmar, Mauricio, Dannemann, Ana Ceci, Ana Clarice, Francisco Sérgio, que foram tão receptivos e participantes do trabalho: pelas discussões, críticas e sugestões ao longo da aplicação prática do método.

Aos engenheiros que fizeram parte do estudo exploratório: Carlus Fabrício Librais, Kelly, Tânia, Gilvan, Romeu, Silvio Gava, pela boa vontade em me ajudar a entender um pouco melhor a realidade dos orçamentos.

Ao Eng. Adalberto, por permitir o acesso total à sua empresa, aos dados, ao cotidiano, às obras, esta etapa foi muito importante para o desenvolvimento do trabalho!

Aos especialistas: Fernando Alvarenga, Gilson Fachini e Edson, por elucidar os conceitos sobre custos na fase inicial deste trabalho.

À Prof^a. Gleisy Fachin do Departamento de Ciência da Informação da UFSC, à pesquisadora Dr^a. Ana Maria Delazari Tristão, ao Prof. Renato Fileto do Departamento de Informática e Estatística da UFSC pelas dicas na estruturação de informações e pela boa vontade em colaborar com este trabalho.

À Julia Sichieri Moura, à Cynthia Diezel, à Camila Kato, ao Jamil José Salim Neto e ao Felipe Morasco pela ajuda precisa no momento de finalização desta tese.

À Fátima Domingues, à Engrácia Bartuciotti e ao Paulo, pela sua incansável ajuda nos processos burocráticos durante o doutorado.

Ao Edson, Patrícia e Rogério, pelo suporte na área de informática pelas tantas vezes que resolveram os problemas com o meu micro!

A todos os amigos da Sala Asteróide e Buraco Negro, pelos agradáveis momentos que passamos juntos.

À Universidade de São Paulo, em especial a Escola Politécnica, por proverem toda a estrutura necessária para o meu desenvolvimento como estudante e pesquisadora.

À CAPES, pelo apoio financeiro, através da concessão de bolsa de estudos, sem a qual, a dedicação a este trabalho não teria sido possível.

RESUMO

Nesta tese é apresentado o desenvolvimento de um método para elaboração de composições de custo voltado a obras de edificações. Esta abordagem, que considera as composições orçamentárias em forma de redes, foi elaborada a fim de criar uma lógica para a estruturação da massa de informações envolvidas no processo de orçar. Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica e um estudo exploratório que apontaram para tal necessidade. Tendo-se por base trabalhos anteriores de levantamento de produtividade em obra, propôs-se um método para elaboração de composições. Este método foi aplicado levando-se em conta o contexto das obras de um agente da cadeia produtiva da Construção Civil: um órgão financiador de obras (a Caixa Econômica Federal). Tal uso serviu para mostrar a aplicabilidade do método desenvolvido com base bibliográfica, mas também acabou sendo útil para alguns aprimoramentos do mesmo, fazendo uso das discussões entre pesquisadores e pesquisados, chegando-se, então, ao método final apresentado nesta tese. Desta forma, o método de desenvolvimento das redes de composições proposto fornece subsídios para alocação e tratamento das informações sobre custos de obra, resolvendo parte das críticas apontadas pela literatura, propiciando composições mais precisas frente às novas disponibilidades de dados e dando um suporte consistente e adequado às necessidades do gerenciamento dos custos de produção de edificações.

Palavras-chave: construção civil, custo, orçamento, composição de custo.

ABSTRACT

This thesis develops a method that helps experts arrive at unit price items for buildings. It is based on the consideration of a unit price item net as the logical way to deal with the huge amount of information associated to the estimating process. The preliminary bibliography review and an exploratory study showed the accuracy of the author's initial concerns. The method developed was based upon former productivity studies and was applied in the production of unit price items net for Caixa Econômica Federal, a public building construction financial company. Such experience showed not only that the method was feasible but also pointed out some improvements that should be made, leading to the method presented in the thesis. Finally, it can be said the method used to develop unit price item nets can help allocate and deal with information about construction costs; it solved several problems indicated by literature, improving compositions in terms of precision, and of support to cost management in the building construction area.

Keywords: building construction, cost, estimates, unit price item.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho da pesquisa	27
Figura 2 – Esquema do estudo exploratório	33
Figura 3 - Representação da troca de informações na elaboração do método proposto	37
Figura 4 – Sistema de planejamento dos custos	40
Figura 5 – Fases do projeto e do orçamento	58
Figura 6 – Processo orçamentário: visão tradicional	60
Figura 7 - Matriz de controle do projeto	64
Figura 8 - Matriz de controle do projeto expandida	65
Figura 9 – Diagrama das informações de construção segundo a ISO TR 14177:1994	69
Figura 10 - Classes da norma ISO/DIS 12006-2 e seus relacionamentos	72
Figura 11 – Objetos da produção do ambiente construído	74
Figura 12 - Diferentes abordagens quanto à mão-de-obra contemplada	91
Figura 13 – Ilustração da idéia da “Produtividade Variável”	94
Figura 14 – Fluxograma dos processos envolvidos na transformação dos materiais.	95
Figura 15 – Cálculo do consumo unitário ou das perdas através de um balanço contábil durante um período de tempo.	97
Figura 16 – Modelo de processo com enfoque na construção de uma edificação	111
Figura 17 – Etapas do método para elaboração de redes de composições	112
Figura 18 – Tipos de edificações	115
Figura 19 – Ilustração do desdobramento do produto e dos processos	117
Figura 20 – Possibilidades de combinação de execução de fôrmas para estrutura de concreto armado	119
Figura 21 – Desdobramento dos produtos, processos e recursos em <i>árvore</i> (caso da concretagem)	124
Figura 22 – Estrutura de cálculo para agrupamento de composições – caso do serviço de fôrmas	130
Figura 23 – Quadro-resumo das diretrizes para escolha do indicador de produtividade/consumo	137
Figura 24 – Exemplo de rede de composições para a estrutura de concreto armado	143
Figura 25 - Ciclos de aplicação do Método Proposto	146
Figura 26 – Definição da macroestrutura: produtos x processos	153
Figura 27 – Desdobramento: fôrmas para pilares	156
Figura 28 – Desdobramento: fôrmas para vigas	157
Figura 29 – Desdobramento: fôrmas para lajes	158
Figura 30 – Desdobramento: fôrmas para escada	159
Figura 31 - Desdobramento do serviço de armação	159
Figura 32 – Desdobramento: alvenaria de vedação	161
Figura 33 – Desdobramento do serviço de alvenaria estrutural	162
Figura 34 - Desdobramento do serviço de revestimento interno de paredes com argamassa	164
Figura 35 - Desdobramento do serviço de revestimento externo de paredes com argamassa	166
Figura 36 - Desdobramento do serviço de revestimento com gesso	167
Figura 37 - Desdobramento do serviço de revestimento cerâmico	167
Figura 38 - Desdobramento do serviço de contrapiso sobre laje	168
Figura 39 – Faixas de CUM e RUP adotadas para fôrmas de pilares	178
Figura 40 – Faixa de RUP adotada para fôrmas de vigas	178
Figura 41 – Faixa de RUP adotada para fôrmas de lajes	179
Figura 42 – Faixa de RUP adotada para fôrmas de escadas	179
Figura 43 - Fluxo de informações do Processo de Orçamento – Empresa A	205
Figura 44 – Desenho do processo de orçamento da Empresa B	208

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características gerais das empresas do estudo exploratório	31
Quadro 2 - Características gerais dos especialistas do estudo exploratório.....	31
Quadro 3 – Classificação dos Custos.....	41
Quadro 4 – As fases do orçamento e as informações de entrada e saída.....	56
Quadro 5 - Estrutura dos fatores de controle do orçamento fase por fase	57
Quadro 6 – Ciclo de vida de um projeto de construção	58
Quadro 7 – Classes e conteúdo da classificação proposta na norma ISO 12006-2.....	71
Quadro 8 – Estruturação das composições do TCPO	80
Quadro 9 – Exemplo de composição e custo do manual RSMeans	83
Quadro 10-Classificação dos trabalhadores envolvidos na execução de uma obra de construção.	90
Quadro 11 – Comparação RUPs e CUMs das várias regiões – fôrma compensado resinado	102
Quadro 12 – Composição Concretagem - SIURB	105
Quadro 13 – Formação das equipes: serviços do SIURB	106
Quadro 14 – Forma de representação do desdobramento dos produtos, processos e recursos	122
Quadro 15 – Exemplos de composições auxiliares de nível 1	126
Quadro 16 – Exemplo de composição principal.....	128
Quadro 17 – Exemplo de composição auxiliar de nível 1.....	128
Quadro 18 – Exemplo de composição auxiliar de nível 2.....	128
Quadro 19 – Regras gerais para alocação dos custos das etapas do processo de transformação	129
Quadro 20 – Contribuições relativas ao agrupamento dos esforços.....	131
Quadro 21 – Trabalhos-base para definição dos indicadores de RUP e CUM adotados.....	132
Quadro 22 – Definições quanto à alocação e propriedade dos equipamentos e ferramentas.	141
Quadro 23 – Aplicação das regras para alocação de custos aos serviços analisados no estudo de caso	170
Quadro 24 - Cenários para auxiliar na estimativa quanto à necessidade de equipamentos de transporte	171
Quadro 25 – Definição da parede-padrão para alvenaria de vedação.....	172
Quadro 26 – Subsídios para escolha do indicador de produtividade da mão-de-obra: exemplificação para o serviço de fôrmas	175
Quadro 27 – Fatores escolhidos para a elaboração das composições de forma.....	177
Quadro 28 – Indicadores de RUPs e CUMs adotados para as tarefas de fôrmas.....	180
Quadro 29 – Indicadores de RUPs e CUMs calculados para o serviço de fôrmas.....	180
Quadro 30 – Relação oficial x ajudante direto nos serviços estudados	181
Quadro 31 – Exemplo de definições quanto à alocação e propriedade dos equipamentos e ferramentas	182
Quadro 32 – Consumo de energia elétrica em função do número de utilizações da fôrma...	185
Quadro 33 – Cálculo do custo horário do equipamento serra elétrica	185
Quadro 34 – Número de composições resultantes da Aplicação do Método.....	187
Quadro 36 - Divisões do sistema de classificação MasterFormat	220
Quadro 37 – Nível 1 da classificação do UniFormat.....	222
Quadro 38 – Níveis de estruturação do UniFormat	222
Quadro 39 - Composições para os componentes das fôrmas'	230
Quadro 40 - Composições para as tarefas componentes da armação	230
Quadro 41 - Composições para as tarefas componentes da concretagem.....	231
Quadro 42 - Composição para o serviço de fôrmas.....	231

Quadro 43 - Composição para o serviço de armação	231
Quadro 44 - Composição para o serviço de concretagem	231
Quadro 45 - Composição auxiliar de nível 1: preparo do concreto em obra	232
Quadro 46 - Composições de custo horário dos equipamentos utilizados na execução de fôrmas	232
Quadro 47 - Composições de custo horário do equipamento utilizado na execução de armaduras	232
Quadro 48 - Composições de custo horário dos equipamentos utilizados na execução da concretagem	232
Quadro 49 – Composição global para o subsistema estrutura de concreto armado	233

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBS – Cost Breakdown Structures

CDCON - Desenvolvimento de Terminologia e Codificação de Materiais Serviços para Construção

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo

CEF – Caixa Econômica Federal

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

COHAB – Companhia de Habitação

CUB – Custo Unitário Básico

CUM – Consumo Unitário de Materiais

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

EfEq – Eficiência no uso dos Equipamentos

GEPE-TGP – Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios

Hh – Homem-hora

INCC – Índice Nacional de Custos de Construção

IPCE – Índice Pini de Custo de Edificações

OCCS -Overall Construction Classification System

RICS – Royal Institution of Chatered Surveyors

RUP – Razão Unitária de Produção

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SANEAGO – Saneamento de Goiás

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

SIURB - Secretaria Municipal de Infra-estrutura Urbana e Obras

SMM7 – Standard Measurement Method

TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

WBS – Work Breakdown Structure

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Justificativa.....	17
1.2	Pressupostos	22
1.3	Objetivos	23
1.3.1	Objetivo geral.....	23
1.3.2	Objetivos específicos.....	23
1.4	Delimitação da Pesquisa	23
1.5	Estrutura do Trabalho	24
2	EXPOSIÇÃO METODOLÓGICA	26
2.1	Tipo de pesquisa	26
2.2	Método de pesquisa utilizado	28
2.3	Estudos exploratórios.....	30
2.3.1	Necessidades de melhoria quanto ao processo orçamentário	34
2.3.2	Necessidades de melhoria do “produto” orçamento	35
2.4	Elaboração do método.....	36
2.5	A aplicação como validação do método	38
3	ORÇAMENTAÇÃO DE CUSTOS	39
3.1	Terminologia usada nos orçamentos.....	39
3.2	Classificação dos custos	41
3.2.1	Custos fixos e variáveis	41
3.2.2	Custos diretos e indiretos.....	42
3.3	Tipos de orçamento.....	43
3.3.1	Estimativas de custo	46
3.3.1.1	Método de estimativa de custo pelo Custo Unitário Básico (CUB)	47
3.3.1.2	Método de estimativa de custo utilizando regressões estatísticas	48
3.3.1.3	Método de estimativa de custo utilizando redes neurais.....	51
3.3.2	Orçamentos de custo	52
3.3.2.1	Orçamento descritivo	52
3.3.2.2	Orçamento operacional	53
3.4	As fases do empreendimento e os agentes atendidos pelo orçamento.....	55
3.5	A orçamentação vista como um processo	60
4	ESTRUTURAÇÃO DE BANCOS DE DADOS PARA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO.....	62
4.1	As informações de orçamento e o gerenciamento do escopo do projeto.....	63
4.2	A estruturação das informações de orçamento	63
4.3	A classificação da informação e a estruturação das informações de orçamento	66
4.4	Padrões para estruturação da informação na construção	68
4.4.1	ISO TR 14177:1994 – Classificação da Informação na Indústria da Construção Civil	68
4.4.2	ISO/DIS 12006-2 – Organização da Informação sobre os Serviços de Construção – Estrutura para Classificação da Informação	70
4.4.3	Organização da Informação sobre os Serviços de Construção no Brasil	73
4.5	Análise da estruturação da informação em alguns bancos de composições orçamentárias	75
4.5.1	SINAPI/CEF	75
4.5.2	SIURB / Prefeitura de São Paulo	79
4.5.3	TCPO.....	80

4.5.4	RSMeans Building Cost Data	82
4.5.5	Conclusões sobre as estruturas da informação na construção analisadas	83
5	INFORMAÇÕES DE ENTRADA DO PROCESSO ORÇAMENTÁRIO.....	86
5.1	Quantitativos de projeto	86
5.2	Produtividade da mão-de-obra	88
5.2.1	Quantificação dos Homens-hora.....	90
5.2.2	Quantificação do serviço executado.....	92
5.2.3	Período de tempo ao qual as mensurações se referem	92
5.2.4	A escolha do indicador de produtividade	93
5.3	Consumo de materiais.....	95
5.4	Eficiência no uso dos equipamentos.....	97
5.5	Preços dos insumos.....	99
5.6	Análise das informações “de entrada” de alguns bancos de composições orçamentárias	100
5.6.1	SINAPI/CEF	100
5.6.2	SIURB/ Prefeitura de São Paulo	105
5.6.3	TCPO / Editora Pini	106
5.6.4	RS Means.....	107
5.7	Conclusões quanto ao tratamento das informações de entrada para elaboração do orçamento	109
6	MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE REDES DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO...	110
6.1	Entendimento do contexto.....	112
6.1.1	Quanto ao uso das composições.....	112
6.1.2	Quanto ao conteúdo das composições.....	113
6.2	Estruturação das composições de custo: definição da macroestrutura da rede	114
6.2.1	Desdobramento do produto.....	114
6.2.2	Desdobramento dos processos	118
6.2.3	Desdobramento dos recursos	121
6.2.4	Desdobramentos dos produtos, processos e recursos conjuntamente	122
6.2.5	Tratamento dado aos serviços auxiliares (ou de apoio)	125
6.2.6	Agrupamento de processos.....	130
6.3	Tratamento dos dados de entrada da composição: definição da microestrutura	131
6.3.1	Diretrizes quanto aos levantamentos de quantidades de serviço	133
6.3.2	Diretrizes quanto à escolha dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo de materiais	135
6.3.3	Diretrizes quanto à composição das equipes	138
6.3.4	Diretrizes quanto à eficiência no uso dos equipamentos.....	139
6.4	Construção da rede de composições	142
7	APLICAÇÃO DO MÉTODO AO CASO DO SINAPI/CEF	145
7.1	Entendimento do contexto.....	147
7.1.1	Quanto ao uso das composições.....	147
7.1.2	Quanto ao conteúdo das composições.....	149
7.2	Estruturação das composições de custo: definição da macroestrutura da rede	152
7.2.1	Desdobramentos dos produtos, processos e recursos.....	152
7.2.1.1	Para as fôrmas.....	155
7.2.1.2	No serviço de armação	159
7.2.1.3	No serviço de concretagem	160
7.2.1.4	No serviço de alvenaria de vedação.....	160
7.2.1.5	No serviço de alvenaria estrutural	161
7.2.1.6	No serviço de revestimento interno de paredes com argamassa	163

7.2.1.7	No serviço de revestimento externo de paredes com argamassa.....	165
7.2.1.8	No serviço de revestimento com gesso	167
7.2.1.9	No serviço de revestimento cerâmico	167
7.2.1.10	No serviço de contrapiso sobre laje	168
7.2.2	Tratamento dado aos serviços auxiliares	168
7.2.3	Agrupamento de processos	171
7.2.3.1	No serviço de fôrmas	171
7.2.3.2	O serviço de armação.....	172
7.2.3.3	No serviço de concretagem	172
7.2.3.4	No serviço de alvenaria de vedação.....	172
7.2.3.5	Alvenaria estrutural.....	173
7.2.3.6	Demais serviços.....	173
7.3	Tratamento dos dados de entrada da composição: definição da microestrutura	173
7.3.1	Considerações sobre aplicação das diretrizes quanto aos levantamentos de quantidades de serviço	173
7.3.2	Aplicação das diretrizes quanto à escolha dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais.....	174
7.3.3	Aplicação das diretrizes quanto à composição das equipes.....	181
7.3.4	Aplicação das diretrizes quanto à eficiência no uso dos equipamentos.....	182
7.3.4.1	Considerações sobre a depreciação dos equipamentos na aplicação do método	185
7.4	Construção da rede de composições	186
8	CONCLUSÕES	188
APÊNDICE 1 - Roteiro de entrevista semi-estruturada para estudo exploratório do tema...		202
APÊNDICE 2 – Resultado da entrevista semi-estruturada na Empresa A		204
APÊNDICE 3 – Resultado da entrevista semi-estruturada na Empresa B.....		207
APÊNDICE 4 – Roteiro de entrevista semi-estruturada aplicado a consultores da área de custos em outras indústrias		210
APÊNDICE 5 – Aspectos principais da entrevista com o Especialista A		211
APÊNDICE 6 – Aspectos principais da entrevista com especialista B		213
APÊNDICE 7 – Aspectos principais da entrevista com especialista C		214
APÊNDICE 8 – Imersão em Empresa (Empresa E).....		215
APÊNDICE 9 - Imersão em Empresa (Empresa F).....		217
APÊNDICE 10 – A classificação por facetas.....		219
APÊNDICE 11 – MasterFormat.....		220
APÊNDICE 12 – UniFormat.....		222
APÊNDICE 13 – Overall Construction Classification System (OCCS) ou OmniClass		225
APÊNDICE 14 – Questionário voltado ao entendimento das necessidades da CEF		226
APÊNDICE 15 - O que é o SINAPI.....		227
APÊNDICE 16 – Necessidades apontadas pelos gestores do SINAPI/CEF.....		229
APÊNDICE 17 - Exemplos de composições geradas pelo método.....		230
ANEXO 1 – Facetas do Projeto CDCON		234
ANEXO 2 - Exemplos de convênios firmados com a CEF, tendo o SINAPI como balizador		235
ANEXO 3 - Organograma da Caixa Econômica Federal – Situando o SINAPI.....		237

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

É sabido que o Subsetor da Construção Civil se diferencia dos demais devido às características estruturais e físicas de suas empresas e de seus produtos. Seu objetivo, ao gerar produtos, assim como os demais ramos da Indústria, é alcançar maiores índices de qualidade e produtividade, estando dentro dos limites de tempo e custo previstos, com a utilização dos recursos disponíveis.

Em virtude da alta competição do mercado imobiliário, as empresas ligadas à construção precisam aumentar as receitas ou cortar custos a fim de aumentarem ou manterem a margem de lucro desejada. A busca por aumento de receita com base no aumento de preços dos imóveis, pode fazer com que a empresa não consiga vendê-los, ficando, assim, fora do mercado. Resta, portanto, às empresas de construção, o caminho de se empenhar na redução de custos de seus empreendimentos para se tornarem mais eficientes e, assim, alcançarem a margem desejada. Desta forma, diante deste cenário, conhecer os custos de produção é uma questão de sobrevivência para as empresas de construção.

Diferentemente de outras indústrias, a Construção Civil, ao final da execução, obtém a “edificação”, produto este com características únicas, de escopo amplo e custo elevado, o que torna a criação de um protótipo muitas vezes difícil e inviável. Contudo, é crucialmente importante para as empresas de construção produzir um prognóstico do custo total da edificação. Apesar disto, os orçamentos tradicionalmente elaborados por estas empresas não apresentam um nível de detalhamento e precisão compatível com a importância desta ferramenta gerencial na sua sobrevivência. Métodos tradicionais de orçamentação têm se tornado obsoletos com o passar do tempo, desde que os projetos têm se tornado mais amplos, multinacionais e sofisticados. (Tas e Yaman, 2005)

O orçamento voltado à Construção Civil, conforme vem sendo elaborado no Brasil nas últimas décadas, também sofre muitas críticas pelos autores da área, como: a falta de precisão das estimativas (LOSSO, 1995; OTERO, 2000; PARISOTTO, 2003); a falta de pontualidade e periodicidade das informações de custo (MARCHESAN, 2001); a pouca possibilidade de utilização do orçamento no acompanhamento dos custos da obra (SAFFARO, 1988); o formato excessivamente agregado e distorcido das informações de orçamento, que são

voltadas às exigências legais, fiscais e acionárias, sem um foco propriamente gerencial (KERN, 2005). Para Marchiori e Souza (2006), o orçamento é elaborado, muitas vezes, com o intuito limitado de se chegar a um custo de referência quanto ao ônus total, que não reflete a realidade em que se dará a execução dos serviços a realizar e, portanto, não pode ser utilizado como ferramenta para a gestão dos custos e da produção da obra.

Em concordância com tais colocações, os resultados da etapa de estudo exploratório deste trabalho também apontaram um descontentamento por parte dos gestores das empresas construtoras (sejam eles gestores de obra, ou de planejamento, ou de orçamento, ou de suprimentos) no que se refere à utilização do orçamento como ferramenta de apoio à gestão, que, segundo eles, deveria: a) permitir atualizações ao longo da obra, b) apresentar uma forma de levantamento dos quantitativos mais parecida com o andamento da obra, c) possuir uma quantificação de serviços em projetos mais analítica, a fim de evitar que a obra tenha de recalcular tais quantitativos, d) apresentar os indicadores de produtividade mais claros, identificando limites aceitáveis na execução, e) permitir a elaboração de orçamentos distintos, com níveis de agrupamento das informações diferentes, de acordo com o agente que irá consultá-lo, f) ter um maior detalhamento, de forma que a obra possa utilizar para acompanhamento dos custos dos serviços, g) tornar mais analíticas as composições que hoje estão como “verba” nos orçamentos, h) definir claramente os critérios de medição, i) considerar custos de equipamentos utilizados na execução do serviço, levando-se em conta os tempos produtivo e improdutivo, i) tornar explícito se as atividades de fluxo (recebimento, estocagem, transportes) e outras, como limpeza, são de responsabilidade do contratante ou do contratado, j) facilitar a integração do planejamento com o orçamento. Tais aspectos indicam que o orçamento por eles elaborado (que, em geral é o orçamento “tradicional”), precisa ser reestruturado a fim de que possa ser utilizado como instrumento para melhoria da gestão em obra.

O’Brien (1994) enfatiza que a precisão de uma estimativa de custo pode variar de acordo com a precisão do levantamento de quantitativos e com a adequabilidade e relevância da base de dados utilizada. Segundo este autor, chegar a um número (custo final) cientificamente desenvolvido é importante; contudo, muitos fatores são adicionados, ou mesmo multiplicados, a esta estimativa básica de construção. Entender estes elementos é de fundamental importância, uma vez que eles podem aumentar o valor orçado em até 100% ou mais.

Sob outro aspecto, Liu e Zhu (2007) apontam para a necessidade de adequação do orçamento, que precisa ser revisado ou até mesmo refeito, durante as várias etapas do empreendimento. De acordo com tais autores, os objetivos do orçamento são diferentes em cada etapa. Nas

etapas iniciais, por exemplo, o orçamento deverá possibilitar a análise quanto a o empreendimento ser viável economicamente ou não. Já nas etapas mais próximas da de construção propriamente dita, é necessário conhecer as metas de custo para um determinado período ou para um determinado produto de construção. Da mesma forma que os objetivos com relação ao orçamento vão mudando com o andamento das etapas do empreendimento, um orçamento efetivo de custos é igualmente dependente do conjunto de informações disponíveis em cada uma destas etapas.

Ahuja et al. (1994) chamam a atenção para os diferentes usuários do orçamento e as suas distintas necessidades. Segundo eles, em qualquer empreendimento, os agentes envolvidos no seu desenvolvimento (proprietários, construtores, consultores, gerente de projetos e subcontratados), cada um visualiza o projeto de perspectivas muito diferentes e necessitam de informações de orçamento com distintos níveis de detalhamento.

Torna-se, então, evidente a necessidade de pensar sistemicamente no conjunto de composições, em lugar do tradicional caminho, de se inserirem composições quando é encontrada uma lacuna no banco de composições orçamentárias. Ainda mais: é preciso entender exatamente os serviços que estão sendo orçados e qual o escopo do projeto compreendido por este orçamento. A quantidade de serviços e, mais especificamente, tarefas a serem executadas em uma obra já é grande; se ainda forem levadas em conta as possibilidades de execução por meio de diferentes técnicas, o número de composições de custo se multiplica enormemente.

Diante disto, emerge a necessidade de uma lógica para organização da grande quantidade de informações envolvidas no processo de orçar.

Neste sentido, quando se faz uma busca para atender a esta necessidade no contexto de publicações internacionais, encontram-se trabalhos de autores como Ahuja et al. (1994), PMI (2000), Halpin e Woodhead (1997), que têm enfatizado a importância da criação de estruturas, chamadas de “estruturas de desdobramento dos custos”, ou, em inglês CBS (*Cost Breakdown Structures*), que permitam a organização das informações em pequenas partes, ou em pacotes de custo (vindo do inglês “*Work Package*”), que permitam o seu agrupamento ou seu desdobramento, conforme a necessidade do usuário. Todavia, os exemplos por eles citados são bastante teóricos e simplificados, não tendo sido publicada, até o momento, qualquer aplicação prática desta teoria.

No Brasil, apesar do empenho de alguns pesquisadores em casos isolados e aplicações específicas de teorias de classificação de informações na construção (Amorin e Peixoto, 2003

e Tristão, 2005), não existe um padrão formal para a questão da estruturação das informações voltadas à elaboração de bancos de composições de custo.

Por outro lado, muitos trabalhos têm sido feitos em nível nacional (SOUZA, 1996; AGOPYAN et. al., 1998; CARRARO, 1998; ANDRADE, 1999; PALIARI, 1999; ARAÚJO, 2000; OBATA, 2000; FREIRE, 2001; SOUZA, 2001; LIBRAIS, 2001; SILVA, 2003; MAEDA, 2002; FACHINI, 2005; DANTAS, 2006) no sentido de gerar indicadores físicos de consumo de recursos (mão-de-obra e materiais) com o objetivo de operacionalizar a gestão das obras e induzir melhorias aos projetos. Em tais trabalhos, a análise dos dados passa por um estudo detalhado das tecnologias e processos executivos. Vislumbra-se, portanto, que estes trabalhos possam servir de base também para estruturação das informações relativas aos custos de produção de obra, tornando o orçamento mais operacionalizável e gerando informações de custo coerentes com o processo executivo. Assim sendo, o método a ser proposto na tese pode ser considerado como algo exequível e novo.

A importância do assunto, associada a uma lacuna no conhecimento, tanto em termos nacionais quanto internacionais, e a experiência deste grupo de pesquisa¹ no que diz respeito a tais indicadores, motivou a elaboração do método de elaboração de composições de custo proposto na presente tese.

Em tal Método, as composições de custo - a serem usadas nos orçamentos - são estruturadas em “redes”, explicitando o caminho para a criação de bancos de dados de composições, seja no nível da organização das composições, seja no detalhamento dos insumos e seus indicadores, organizando as informações usadas no processo orçamentário a partir de conceitos vindos de pesquisa bibliográfica e da sua aplicação prática num estudo de caso (elaboração de um banco de composições para o agente pesquisado).

A palavra “redes” é usada neste caso por ser esta a forma mais adequada para a representação da interdependência das composições e suas informações. As “redes de composições” formam um sistema de informações que possui uma lógica que o suporta e interliga os componentes dos custos de um serviço de construção, permitindo que as mesmas sejam utilizadas com níveis de detalhamento maior ou menor, de acordo com o agente a ser atendido e com as informações de projeto disponíveis no momento da sua elaboração.

Há quem possa questionar, contudo, o porquê de se empenhar esforço de pesquisa nas composições orçamentárias, uma vez que o mercado de construção tem praticado nos últimos

¹ Referindo-se ao grupo de pesquisa ao qual a pesquisadora, autora da presente tese, pertence, qual seja: o Grupo de Ensino Pesquisa e Extensão de Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil (GEPE/TGP) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

anos a subcontratação dos serviços de obra, o que implica em se pagar o montante combinado ao final da execução do serviço e no tempo previamente acertado (neste caso, os orçamentos seriam simplificados e, ao invés de composições, existiriam “verbas” para cada serviço de obra). Contudo, várias são as razões que comprovam a deficiência gerencial provocada pela carência de informações que esta prática encerra; seguem algumas:

- a) os contratantes têm de “acreditar” nas propostas recebidas de subcontratados, sem ter a certeza da finalização do serviço;
- b) a estimativa dos custos é feita de forma paramétrica a partir de custos históricos de outras obras, mas que nem sempre refletem o que será construído;
- c) não se sabe exatamente o que está contemplado no serviço a ser executado, ou seja, em geral, o escopo do trabalho não é explicitado por completo;
- d) uso de valores médios de produtividade, que nem sempre são adequados às características de conteúdo e contexto da obra a ser construída;
- e) uso de composições “que dão resultado” sem saber exatamente o que são (por exemplo: podem conter indicadores com excesso de mão-de-obra e falta de materiais);
- f) impossibilidade de integração do orçamento com a programação física do andamento da obra;
- g) impossibilidade de controle dos custos no dia-a-dia da obra;
- h) a não percepção de que um produto feito em várias etapas exige várias composições (exemplo: alvenaria, que é formada pelas tarefas de marcação, elevação e fixações) para permitir seu controle;
- i) a não contemplação de equipamentos nos custos da obra.

Isto para não citar questões mais abrangentes, como: a tendência do mercado atual à concretização de parcerias, onde a construtora, como agente mais estruturado que o subempreiteiro, ajuda-o na gestão de sua mão-de-obra para que ambos se desenvolvam conjuntamente; a questão da responsabilidade judicial da construtora também com os funcionários do subempreiteiro, ou seja, se o subempreiteiro vier a ter problemas financeiros e não comparecer com o montante combinado com cada funcionário, a contratante é a responsável imediata.

Entende-se, portanto, que as composições orçamentárias são a essência do gerenciamento dos custos. Elas são utilizadas, num primeiro momento, para chegar ao custo de uma obra, que é parte dos custos do empreendimento, que são parte do custo da empresa como um todo. Portanto, é de fundamental importância que sejam desenvolvidas de forma coerente com o que será executado.

Estando diante deste contexto, levando-se em conta as carências apontadas pelas empresas e a lacuna presente na literatura, fica evidenciada a necessidade um maior aprofundamento do assunto “elaboração de composições de custo para edificações” enquanto tema de pesquisa.

O desenvolvimento desta pesquisa considerou os pressupostos apresentados a seguir.

1.2 Pressupostos

Partiu-se dos seguintes pressupostos ao se elaborar a presente tese:

- a) As composições geradas com base nas regras supracitadas podem ser organizadas de maneira a criar uma rede de composições, isto é, agruparem-se de uma maneira lógica que permita representar os possíveis desdobramentos de um produto a ser orçado, levando-se em conta os desdobramentos dos processos e dos recursos necessários à sua execução (macroestrutura).

A denominação “macroestrutura” foi dada para a abordagem dos aspectos ligados à estruturação das informações. Desta forma, pressupõe-se, mais especificamente, que:

- Seja possível desdobrar ou agrupar produtos e processos de modo a terem-se informações sobre as composições de custo de edificações tão detalhadas quanto seja a necessidade dos seus usuários.
 - Seja possível obter, a partir da estruturação das informações, descrição de composições que auxiliem na definição do escopo do trabalho a ser executado em obra.
 - Seja possível estruturarem-se as composições de modo a definir a alocação dos custos relativos aos serviços auxiliares (realizados pelas equipes de apoio).
- b) É possível definirem-se regras para subsidiar a criação de composições que representem as diferentes opções de processo e recursos demandados na construção (microestrutura).

A denominação “microestrutura” foi dada, na presente tese, para a abordagem dos aspectos intrínsecos de cada composição, ou seja, aqueles relativos aos indicadores de produtividade da mão-de-obra, eficiência no uso dos equipamentos e consumo unitário de materiais. Mais especificamente, pressupõe-se que:

- Seja possível escolher os indicadores de produtividade da mão-de-obra e de consumo unitário de materiais, a serem adotados na composição, de forma coerente com as características da obra a ser executada.
- Seja possível definir uma postura de cálculo para o custo horário dos equipamentos levando-se em conta sua eficiência, de forma coerente com o nível de utilização e ociosidade dos mesmos na execução dos serviços em obra.

- Seja possível tornarem-se claras as informações quanto ao levantamento de quantitativos e critérios de medição de serviços atrelados a cada composição do orçamento.

Diante de tais pressupostos, têm-se os seguintes objetivos para o presente trabalho.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um método para a elaboração de redes de composições de custo para edificações.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Definir uma estrutura para o desdobramento das informações envolvidas em uma composição de custo (relativas ao produto, processos e recursos de construção).
- b) Definir uma postura para abordagem dos processos.
 - Uma vez que o processo transforma os recursos (de transformação e transformados) em produtos, o processo é caracterizado, além das técnicas e operações demandadas, pelo tipo de mão-de-obra, material e equipamento utilizados.
 - Definição da alocação dos custos relativos às etapas do fluxograma dos processos: recebimento, estocagem, processamento intermediário, processamento final e transportes.
- c) Propor diretrizes para a definição dos indicadores de produtividade da mão-de-obra, consumo unitário de materiais e eficiência no uso dos equipamentos.
- d) Propor uma lógica para o agrupamento de composições de custo em composições mais genéricas ou mais analíticas, conforme a necessidade do usuário.
- e) Aplicar o método proposto a um caso real.

Para alcançar tais objetivos foi utilizado o método de pesquisa descrito no Capítulo 2.

1.4 Delimitação da Pesquisa

Na presente tese é apresentado um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de construção civil de edificações. Uma aplicação prática é utilizada para exemplificar a elaboração das composições de custo para alguns serviços de edificações residenciais multifamiliares e se deu enfocando as necessidades quanto à orçamentação de obras (usualmente) financiadas pela Caixa Econômica Federal (CEF). Tal estudo forneceu subsídios para o aprimoramento do método ora proposto. Considera-se, contudo, que este método possa ser adotado por outros agentes do mercado da Construção Civil (financiadoras, construtoras, incorporadoras, empreiteiras) para a elaboração das suas

próprias composições de custo e enfocando outros tipos de obra que não somente as residenciais multifamiliares.

Nesta tese não se está propondo um método para levantamento de produtividades da mão-de-obra e consumo de materiais, pois este assunto pode ser considerado como já amplamente estudado por autores anteriores a este trabalho. Tais autores serviram de referência para a elaboração do presente método.

Também não se abordaram as questões relacionadas às programações computacionais nas quais as composições de custo são aplicadas para gerar os softwares de orçamento. Contudo, espera-se fornecer ferramentas aos programadores dos sistemas orçamentários para que eles atentem para a implantação das diretrizes propostas no método, nos seus softwares.

A questão do preço dos insumos das composições não vai ser abordada. O foco dado na presente tese é aos indicadores físicos presentes nos orçamentos.

Embora o objetivo maior ao se construir a rede e as composições não tenha sido o de aplicá-las à programação e ao controle da produção, estas foram desenvolvidas com a consciência sobre as características da produção, servindo, portanto, para melhorar a interação do orçamento com esta outra função cumprida pelas empresas de construção.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por 8 capítulos.

O capítulo 1 teve como objetivo apresentar o tema, contendo aspectos relativos à: justificativa do trabalho, objetivos, o método de pesquisa utilizado e delimitação do escopo compreendido pela tese.

No capítulo 2 é explicada a metodologia de pesquisa e suas etapas. Um enfoque especial é dado aos estudos exploratórios, feitos em 5 empresas construtoras e incorporadoras e com 3 consultores da área de custos. Estas pesquisas auxiliaram na definição do problema: uma lista de necessidades foi elaborada apontando para os aspectos a serem aprimorados nos orçamentos.

No capítulo 3 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre aspectos gerais da orçamentação de custos, abordando a terminologia usada nos orçamentos, a classificação dos custos, a definição de orçamento e os seus tipos, as fases do empreendimento e agentes atendidos pelo orçamento nestas fases e, finalmente, a apresentação das variáveis envolvidas no orçamento através da idéia de enxergar a orçamentação como um processo.

No Capítulo 4 é abordada a forma de tratamento das informações de orçamento na construção civil. Aqui são discutidas algumas pesquisas bibliografias (Normas Internacionais e Sistemas

de Classificação) sobre classificação da informação na construção civil e estruturação de bancos de dados e de que forma estas podem servir de base para a estruturação de um banco de composições orçamentárias. São ainda analisados, neste capítulo, alguns bancos de composições sob o aspecto da estruturação da informação (SINAPI, SIURB, TCPO e RSMeans).

O capítulo 5 adentra o entendimento das variáveis (de caráter físico) de entrada do processo orçamentário através de buscas bibliográficas: quantitativos de projeto, produtividade da mão-de-obra, consumo de materiais, produtividade dos equipamentos. Assim como no capítulo 4, pesquisou-se, em alguns bancos de composições (SINAPI, SIURB, TCPO e RSMeans), a forma de abordagem das informações de entrada dos orçamentos.

No capítulo 6 é apresentado o método para elaboração de redes de composições de custo para orçamento de edificações propriamente dito. Este método é composto por dois focos: um relativo à organização das informações (chamado de macroestrutura) e outro, que adentra o entendimento de cada parte componente de uma composição e seus indicadores (chamado de microestrutura).

No capítulo 7 têm-se uma aplicação prática do método proposto. Aqui se encontram, primeiramente, as informações sobre o agente pesquisado e suas necessidades, para, posteriormente, fazer-se uma aplicação do método na elaboração das redes de composições de custo para nove serviços de obra. Tendo-se em vista a complexidade envolvida na execução de cada um destes serviços, pôde-se testar, aprimorar e exemplificar as diretrizes do método.

No capítulo 8 estão dispostas as conclusões sobre o método proposto e sua aplicabilidade, bem como a indicação de sugestões para trabalhos futuros.

2 EXPOSIÇÃO METODOLÓGICA

A pesquisa científica pode ser definida como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas, ou seja, é requerida quando não se dispõe de informações suficientes para responder ao problema, ou, então, quando as informações disponíveis se encontram desordenadas, não podendo ser adequadamente relacionadas ao problema (GIL, 1991).

Para LUNA (1997), a pesquisa científica visa “a produção de um conhecimento novo, ou seja, um conhecimento que preenche uma lacuna importante no conhecimento disponível em uma determinada área do conhecimento”.

Desta forma, o tipo de problema levantado nesta tese será resolvido através de uma pesquisa científica, uma vez que propõe uma organização das informações sobre orçamento e visa a produção de um conhecimento novo: a elaboração das redes de composição de custo para obras de edificações.

2.1 Tipo de pesquisa

Dada a diversidade de situações e opções a se pesquisar nas diversas áreas do conhecimento, as pesquisas podem ser classificadas segundo diversos critérios: natureza, forma de abordagem do problema, sob o ponto de vista dos objetivos a serem alcançados, sob o ponto de vista dos procedimentos técnicos a serem adotados na condução das mesmas e segundo as fontes de informação.

Quanto a sua natureza, a pesquisa pode ser pesquisa básica ou aplicada. A pesquisa básica visa a geração de conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista, enquanto que a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática para solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2001).

Quanto aos objetivos, as pesquisas se classificam em exploratória, descritiva e explicativa. A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar ao pesquisador maior familiaridade com o problema de pesquisa, tornando-o mais explícito de forma a facilitar a construção de hipóteses, contribuindo para o aprimoramento de idéias [GIL (1991); LEOPARDI (2002)]. Já a pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno e, em alguns casos, estabelecer relações entre variáveis. Finalmente, a pesquisa explicativa tem como foco central a identificação dos fatores que

determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos, valendo-se, para isto, quase que exclusivamente de métodos experimentais de investigação.

Em função dos objetivos que se pretende atingir neste trabalho, entende-se que se trata de uma pesquisa aplicada. Quanto aos objetivos, inicialmente, a pesquisa teve objetivo exploratório, pois visava conhecer as necessidades quanto ao orçamento, e, nas fases que se seguiram, pode-se caracterizar como sendo esta uma pesquisa descritiva, bibliográfica e documental, finalizada com uma demonstração de aplicabilidade a um caso real.

Para resolver um problema da natureza do que está em questão nesta tese, tornou-se necessário utilizar um método de pesquisa que, tendo como base tanto publicações sobre estruturação das informações na construção civil quanto outras contendo um conjunto de informações e dados levantados em canteiros de obra brasileiros, os convertesse em informações estruturadas, na forma de composições de custo a serem usadas no orçamento de obras de edificações. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida contendo as etapas metodológicas apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Desenho da pesquisa

Em suma, podem-se agrupar os passos descritos na Figura 1 em 3 grandes etapas metodológicas:

- 1) Exploração do tema, que ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica, levantamentos em empresas construtoras/incorporadoras e através de entrevistas com especialistas. Estes levantamentos foram úteis ao entendimento das necessidades dos usuários quanto ao orçamento, o que ajudou a delimitar o problema a ser resolvido por esta tese.
- 2) Busca bibliográfica, agora enfocando o problema a ser resolvido, que se deu em publicações sobre estruturação da informação na Construção Civil, em trabalhos sobre produtividade da mão-de-obra e consumo de materiais e em bancos de composições orçamentárias. A partir destes estudos, foi proposto um método para elaboração de composições de custo de edificações.
- 3) Foi feita uma aplicação prática do método que mostrou ser ele possível de usar-se. De certa forma, o método foi também influenciado pela aplicação, que não se deu totalmente depois de o método ter sido concluído. Esta aplicação se deu no ambiente de um dos agentes da cadeia da Construção Civil, na elaboração de redes de composições de custo de edificações para a Caixa Econômica Federal.

2.2 Método de pesquisa utilizado

É freqüente, nos trabalhos acadêmicos da área de engenharia civil, em especial os de gestão da produção, que os mesmos sejam enquadrados dentro de um dos métodos de pesquisa apontados pela literatura. Dentre os métodos mais comumente utilizados estão: experimentos em laboratórios, pesquisas de levantamento, pesquisas históricas, pesquisas documentais, simulações computacionais, estudos de caso, pesquisa-ação.

Em especial neste trabalho de tese, não foi possível enquadrar a pesquisa em apenas um método, segundo as características citadas pelos autores dos métodos elencados, por possuir características mistas dentre alguns dos métodos.

A pesquisa de levantamento (também conhecida por “survey”) é aquela que envolve a coleta de informações de indivíduos (através do envio de questionários, ligações telefônicas, entrevistas pessoais) sobre eles mesmos, ou sobre os grupos sociais a que eles pertencem. O processo de amostragem deste tipo de pesquisa determina informações sobre grandes populações com um nível de precisão conhecido. (Forza, 2002). A possibilidade de utilização deste método foi excluída para esta tese por que, ao contrário da visão geral que se obtém através da pesquisa de levantamento, pretende-se aprofundar sobre um tema, gerando um método a partir destas informações, e, portanto, o survey não é o método indicado.

Já o estudo de caso, segundo Yin (2005), é uma investigação empírica através da qual se investiga se um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente

quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. A investigação nesse caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo, e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados. Ao se aprofundar no entendimento do “estudo de caso”, percebe-se que ele é aplicável aos objetivos que se pretende atingir nesta tese, contudo, pretende-se que na pesquisa haja também uma intensa troca de informações entre o pesquisador e o pesquisado e este tipo de interação pesquisador-pesquisado é típico de outro método: a pesquisa-ação.

A pesquisa-ação é um método de pesquisa que se baseia tanto em “agir” quanto em produzir conhecimento ou teoria sobre esta ação (Coughlan e Coughlan, 2002). De forma mais explicativa, Thiollent (1999) define pesquisa-ação como sendo um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e, no qual, os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Ainda segundo Thiollent (1999), em muitas áreas de pesquisa, continuam prevalecendo as técnicas ditas convencionais, que são usadas de acordo com um padrão de observação positivista no qual se manifesta uma grande preocupação em torno da quantificação de resultados empíricos, em detrimento da busca de compreensão e de interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas. Esta busca é justamente valorizada na concepção da pesquisa-ação. As principais características da pesquisa-ação, de acordo com Coughlan e Coughlan (2002), são: os pesquisadores atuam, não são meros observadores dos fatos; possui sempre dois objetivos: o de contribuir para a ciência e o de resolver um problema; é interativa, pois requer a cooperação pesquisador-cliente; requer o desenvolvimento do entendimento holístico dos sistemas sócio-técnicos das organizações ao longo do projeto; é fundamentada em mudanças; requer um entendimento da estrutura ética da organização; pode incluir todos os métodos de coleta de dados (ferramentas qualitativas, quantitativas, levantamentos, entrevistas, análise de documentos, etc.); requer um tempo para que o pesquisador possa ter um pré-entendimento do ambiente corporativo; deve ser conduzida em tempo real. (Coughlan e Coughlan, 2002).

Com relação às características da pesquisa-ação anteriormente citadas, existe uma, a de ser fundamentada em mudanças que não foi implantada na sua plenitude na aplicação prática deste trabalho. Foi implantada parcialmente por que as todas as composições de custo foram

desenvolvidas (em parceria entre pesquisadores e pesquisados) sob o novo olhar das redes de composição. Mas, por outro lado, não chegaram a ser utilizadas pelos usuários, pois este novo banco de composições ainda está em implantação na empresa pesquisada.

Em suma, o presente método é composto algumas características dos métodos tradicionais de pesquisa, embora não se possa classificá-lo unicamente em um deles. Inicia-se com pesquisa bibliográfica e de campo (exploratória) para delimitação do problema a ser estudado, posteriormente com base em pesquisa bibliográfica é proposto um método de elaboração de composições que é aplicado em uma empresa (estudo de caso), onde existe a interação entre pesquisador e pesquisado, assim como na pesquisa-ação, de onde são extraídas contribuições para o aprimoramento do método inicialmente proposto.

2.3 Estudos exploratórios

Na etapa de exploração do tema, procurou-se entender o contexto onde a pesquisa está inserida, por que esta pesquisa é necessária e quais os agentes nela envolvidos. Para tanto, foram feitos levantamentos através das seguintes fontes de evidência: entrevistas, levantamentos em documentos, reuniões em grupo, estudo “in loco”.

Inicialmente, o estudo foi feito em 4 empresas construtoras/incorporadoras de médio porte da cidade de São Paulo (que serão chamadas, neste estudo, de **Empresas A, B, C e D**), sendo a coleta de informações feita através de entrevistas e análise dos orçamentos por elas elaborados. O objetivo deste primeiro estudo era conhecer o processo de gestão de custos das empresas, bem como, ter acesso ao produto “orçamento” a fim de conhecer as suas particularidades. Foram entrevistados profissionais que trabalham em áreas ligadas a orçamentação de custos e tiveram como base o roteiro de entrevista² apresentado no APÊNDICE 1. No Quadro 1 tem-se um panorama geral das características das empresas onde foi feito este estudo.

² O roteiro de entrevista apresentado já está na sua versão atualizada, pois o inicialmente proposto sofreu mudanças, o que é considerado positivo, de acordo com Lodi (1991), uma vez que, durante as entrevistas, percebeu-se que haviam perguntas desnecessárias e outras que precisavam ser melhor trabalhadas para que os objetivos da entrevista fossem atingidos.

Quadro 1 - Características gerais das empresas do estudo exploratório

	<u>Empresa A</u>	<u>Empresa B</u>	<u>Empresa C</u>	<u>Empresa D</u>	<u>Empresa E</u>	<u>Empresa F</u>
Características da empresa	construtora de médio porte	construtora de médio porte	construtora de médio porte	construtora de médio porte	construtora de pequeno porte	construtora de médio porte
Cidade	São Paulo	São Paulo	São Paulo	São Paulo	Blumenau (SC)	São Paulo
Características das obras	médio e alto padrão residenciais com financiamento próprio	alto e altíssimo padrão residencial e comercial	médio e alto padrão residencial	médio e alto padrão comercial e de hotéis	a maioria industrial,; algumas residenciais de médio padrão	médio e alto padrão residencial

Ainda na etapa de exploração do tema, foram feitas entrevistas com profissionais especialistas em custos (que serão chamados, neste estudo, de **Especialistas A, B e C**), quais sejam: um consultor prestador de serviço de orçamento para empresas construtoras/incorporadoras, um consultor da área de orçamentação e custos para indústria farmacêutica e outro consultor de custo para indústria têxtil. Estas entrevistas ajudaram a pesquisadora a entender alguns termos/conceitos utilizados no ambiente da orçamentação de custos, bem como, a forma de classificar os custos, o entendimento dos métodos de custeio e sua utilização no ambiente industrial, além de comparar com os conceitos e ferramentas utilizados pelas empresas da Construção Civil. O roteiro utilizado encontra-se no APÊNDICE 4. As características dos entrevistados estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Características gerais dos especialistas do estudo exploratório

	<u>Especialista A</u>	<u>Especialista B</u>	<u>Especialista C</u>
Características da empresa/especialista:	Empresa de pequeno porte; atua como terceirizada para elaboração de orçamentos de obras.	Administrador de empresas; atua em treinamento em gestão de custos gerencial e contabilidade.	Administrador de empresas, professor da disciplina de controladoria para faculdade de administração, consultor de custos para empresas.
Cidade	São Paulo	Blumenau-SC	Blumenau-SC
Características dos clientes para os quais prestam serviço:	Construtoras de obras residenciais	Indústria têxtil	Indústria farmacêutica
Entrevistado	Diretor da empresa e responsável pelos orçamentos (engenheiro)	Consultor (administrador de empresas)	Consultor (administrador de empresas)

Posteriormente, ainda com objetivo de entendimento do contexto em que os orçamentos são elaborados, foi feito um estudo “de imersão em empresa”, onde a pesquisadora ficou por uma semana acompanhando as atividades do departamento de orçamentos em uma construtora (**Empresa E**). Este estudo foi importante para entender a interligação do departamento de orçamentos com os demais departamentos da empresa, além de conhecer a problemática

envolvida na execução do orçamento propriamente dito, no que se refere às indefinições quanto à alocação de custos de transporte, indiretos e de equipamentos. Os resultados deste estudo encontram-se no APÊNDICE 8.

Os estudos exploratórios se deram, em sua maioria, no ano de 2005. Com base nas diretrizes de melhoria propostas a partir das necessidades levantadas nos estudos exploratórios e numa proposta de tornar o orçamento mais analítico, no ano de 2006, iniciou-se o acompanhamento da elaboração dos orçamentos em uma outra empresa (**Empresa F**), o que se deu durante 3 meses (de abril a junho de 2006, em reuniões semanais). Neste caso a proposta era que o departamento de orçamento elaborasse seu orçamento do modo tradicional e a pesquisadora, então, elaboraria o orçamento a partir de um novo modelo, mais operacional, a fim de promover comparações entre ambos, inclusive com controles de custos durante a execução da obra em estudo. Todavia tal empreendimento não foi executado e a empresa encerrou a parceria com este grupo de pesquisa após a elaboração do orçamento, impossibilitando a continuidade da pesquisa. Os resultados deste estudo encontram-se no APÊNDICE 9.

Os principais aspectos abordados pelos entrevistados da fase de estudos exploratórios estão apresentados nos seguintes Apêndices: APÊNDICE 2, APÊNDICE 3, APÊNDICE 5, APÊNDICE 6, APÊNDICE 7.

Quando, ao final do ano de 2006, vislumbrou-se a possibilidade de que a aplicação prática desta tese fosse feita no ambiente das composições de custo do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) da Caixa Econômica Federal (CEF), o foco que antes era dado às empresas construtoras/incorporadoras e no processo orçamentário foi alterado para elaboração de um método que permitisse o desenvolvimento das redes de composições.

Na Figura 2 tem-se um esquema dos estudos exploratórios realizados, onde constam os objetivos a serem alcançados em cada fase, bem como as fontes de evidência utilizadas.

Figura 2 – Esquema do estudo exploratório

Num primeiro momento imaginava-se que algumas premissas deveriam estar presentes no novo modelo de orçamento a ser proposto: analiticidade das composições e dos quantitativos; possibilidade de adaptação do orçamento às mudanças de projeto; os coeficientes de produtividade deveriam contemplar a produtividade variável; o orçamento deveria refletir a seqüência de execução para acompanhamento dos custos durante a execução. Não se pretendia adentrar na questão dos preços dos insumos (mão-de-obra, material e equipamentos), o que se manteve. Todavia, após a transcrição/análise das entrevistas (que haviam sido gravadas), análise dos orçamentos e cruzamento das informações sobre os aspectos em comum a serem melhorados nos orçamentos, elaborou-se uma análise crítica mais aprofundada da situação vigente apontando as necessidades atribuídas tanto ao processo orçamentário quanto ao orçamento, apresentadas objetivamente nos itens que seguem.

2.3.1 Necessidades de melhoria quanto ao processo orçamentário

- O gestor da obra poderia alimentar o banco de dados de orçamento (relativo à obra em execução) com as especificações completas. Isto facilitaria o trabalho do departamento de suprimentos, por gerar informações mais confiáveis para a cotação de insumos da obra em andamento, bem como auxiliaria o departamento de orçamento na elaboração de orçamentos de futuras obras, pois o banco de dados estaria mais completo.
- O orçamentista deveria consultar mais o departamento de suprimentos na época das cotações orçamentárias e deixar uma folga maior em alguns itens do orçamento que têm seus preços mais oscilantes. Isto permitiria que a verba disponível no orçamento fosse passível de ser cumprida na ocasião da aquisição do insumo.
- O orçamentista deveria ser o mais claro possível com o fornecedor, subsidiando-o com detalhamentos de projeto e visitas ao canteiro de obras, para que ele tenha ciência do trabalho a executar, além de pedir garantias ou estabelecer o prazo de validade para aquele preço. Isto faria com que as cotações de mão-de-obra chegassem o mais próximo da realidade da execução possível.
- As fases em que o orçamento é elaborado são distintas entre as empresas (algumas orçam na época da viabilidade, com o projeto de prefeitura e não orçam mais; outras orçam mais uma vez com o projeto executivo); portanto, o orçamento deverá conter um “programa de reorçamentações”, contendo marcos de informações necessárias para cada fase do orçamento e os agentes envolvidos em cada fase. Por exemplo: na fase de projeto de prefeitura os quantitativos usados são do projetista; na fase de projeto executivo, são do departamento de orçamento.

- Nenhuma das empresas pesquisadas reorçam de acordo com o projeto *as built*. Seria importante o levantamento de informações de custo de acordo com o executado, mesmo que fossem informações “macro” de custo, e guardá-las num banco de dados para servir de base para obras futuras.
- De modo geral, nas empresas estudadas, o gestor da obra não utilizava o levantamento de quantitativos do departamento de orçamentos, efetuando retrabalhos ao ter de levantá-los novamente. Isto poderia ser evitado se o gestor da obra tivesse acesso aos levantamentos do escritório e apenas conferisse as informações.
- É importante que o banco de dados do orçamento proposto tenha espaço para a retroalimentação dos dados levantados em obra sem implicar na modificação do custo inicialmente levantado pela empresa, o qual é a base em que o negócio está baseado; uma modificação neste custo implicaria em alteração na margem de lucro do empreendimento. Guardar os índices reais é importante porque, além de servir para a elaboração de orçamentos futuros, mostra preços mais reais de contratação de subempreiteiros e dá uma noção ao cotador do poder de negociação quanto ao preço dos insumos.
- Os indicadores de produtividade (dos materiais e da mão-de-obra) poderiam ser revistos periodicamente, em função dos consumos que estão realmente ocorrendo na obra em andamento, servindo de base para as aquisições de insumos.

2.3.2 Necessidades de melhoria do “produto” orçamento

- Deveria permitir atualizações (de preço, de quantidades, de índices) ao longo da obra, sem perder de vista a meta inicial de custo, que possibilitou o andamento do negócio.
- Deveria permitir agregar o aprimoramento das informações na medida em que elas estivessem disponíveis.
- A forma de levantamento de quantitativos poderia ser mais parecida com o andamento da obra, a fim de proporcionar que o orçamento pudesse ser elaborado para cada período desejado (semanas, quinzenas, meses), gerando listas de materiais mensais de acordo com os serviços programados para serem executados em tal período.
- Procedimento de quantificação de serviços em projetos poderia ser mais analítico, a fim de evitar que a obra tenha de recalcular tais quantitativos; a obra poderia apenas conferi-los. Isto facilitaria, inclusive, o acerto das modificações de projeto no orçamento.
- Indicadores de produtividade poderiam estar mais claros, identificando limites aceitáveis na execução; isto ajudaria o gestor da obra a detectar os pontos de ineficiência do processo produtivo.

- Elaborar orçamentos distintos, com níveis de agrupamento das informações diferentes, de acordo com o agente que irá consultá-lo: cliente final, para o administrativo da empresa e para obra.
- As composições de custo dos serviços constantes do orçamento deverão estar organizadas seguindo uma lógica e com coerência na utilização de termos e códigos tanto para insumos quanto para serviços.
- Apesar de o consultor de custos defender a idéia de que o orçamento operacional não é exequível, um nível maior de detalhamento dos orçamentos se faz necessário, de forma que a obra possa utilizá-lo para acompanhamento dos custos dos serviços.
- Tornar mais analíticas as composições que hoje estão como “verba” nos orçamentos. Composições como instalações hidro-sanitárias, elétricas e pintura. A instalação hidráulica, poderia estar agrupada por prumadas, por exemplo, para que, tanto o seu custo quanto o cronograma de execução pudessem ser controlados.
- O nível de detalhamento das composições deve ser compatível com as informações de projeto.
- Padronização dos critérios de medição. Isto possibilitaria, além de gerar um orçamento com custo mais próximo do real, melhorar as relações de parceria entre construtoras e subempreiteiros.
- Considerar os custos referentes aos equipamentos utilizados na execução do serviço, levando-se em conta os tempos produtivo e improdutivo.
- Tornar claro no orçamento se o transporte, a limpeza e os equipamentos de segurança são de responsabilidade do contratante ou do contratado.
- O desdobramento do orçamento em pacotes de serviço deve permitir que os dados sejam agrupados de acordo com a seqüência de execução dos serviços, o que facilita a integração do planejamento com o orçamento.

As necessidades indicadas apontam claramente para a necessidade de ter-se um caminho mais bem formatado para se criarem e organizarem as composições que servem de subsídios para a execução de orçamentos. Leitura da pesquisadora: é necessário criar-se um método para a geração de redes de composições de custo.

2.4 Elaboração do método

A partir de tais necessidades e com base em revisão de bibliografia, foi gerado um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamento. Este Método nasceu de base teórica, fruto de se deglutirem informações já existentes (como, por exemplo:

desdobramento do produto, dos processos e dos recursos com base em normas internacionais e outras fontes) e mais recentes (por exemplo: conceitos e indicadores sobre eficiência na produção), além de uma base empírica (checando necessidades de agentes usuários do orçamento para tomada de decisões).

Este método foi sendo aprimorado com a sua aplicação prática, onde passou por várias modificações, resultando no Método para Elaboração de Redes de Composições de Custo (apresentado no capítulo 6). Ao início do trabalho junto à CEF, vários engenheiros, responsáveis pelo SINAPI, foram entrevistados e um levantamento nos bancos de composições (banco nacional e de mais 27 estados) foi feito para que se pudessem entender as necessidades do pesquisado. A partir de então, delineou-se o escopo do trabalho que poderia ser feito para aprimoramento das composições. Durante a aplicação do Método, com o desenvolvimento das composições, o que durou aproximadamente 17 meses, de fevereiro de 2007 a junho de 2008, foram feitas 9 reuniões, em grupo juntamente com os engenheiros gestores do Sistema SINAPI, para avaliação do que estava sendo proposto e para que os aprimoramentos fossem postos em prática, até se obterem composições de custo que fossem consideradas como satisfatórias pelos pesquisados.

A etapa de aplicação prática esteve embasada na interação entre pesquisador e agente pesquisado, sendo que a troca de informações se deu de acordo com o ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Representação da troca de informações na elaboração do método proposto

Ou seja, no início da etapa de aplicação do método, o fluxo das informações era maior no sentido pesquisado-pesquisador; exigindo constantes aprimoramentos e gerando novas diretrizes, que iam sendo incorporadas ao método. Contudo, à medida que composições para novos serviços eram elaboradas, menos aprimoramentos no método se faziam necessários. Ao final da etapa de aplicação, o método foi considerado adequado pelos pesquisadores, resultando num “método para elaboração de redes de composições”, que teve como produto

final e sua aplicação a elaboração de 1531 composições para 9 serviços de obra, o qual será apresentado no capítulo 6.

2.5 A aplicação como validação do método

O que se está propondo como Método é algo novo, não cabendo, portanto, uma “demonstração” quanto a ser melhor ou pior do que algo que não existia. Entende-se, portanto, que uma forma de mostrar que o Método é válido é fazendo a sua aplicação prática. A aplicação prática do método se deu levando em conta o ambiente e as necessidades de um dos agentes envolvidos na construção, o órgão financiador Caixa Econômica Federal, e algumas das particularidades desta aplicação estão mostradas no capítulo 7.

3 ORÇAMENTAÇÃO DE CUSTOS

A fim de se ter um panorama sobre o ambiente onde o tema principal da tese, de redes de composições de custo, está inserido, o presente capítulo apresenta as definições relativas aos orçamentos, tanto do ponto de vista do documento propriamente dito, quanto da sua elaboração. Em virtude das divergências de terminologia e conceituação em publicações anteriores na área de custos de construção civil, são apresentados, ainda, os termos e conceitos a serem adotados ao longo da tese.

3.1 Terminologia usada nos orçamentos

Desembolso – saída de dinheiro do caixa da empresa, ou seja, entrega a terceiros de parte dos numerários da empresa. Os desembolsos ocorrem em virtude do pagamento de compras efetuadas à vista ou de uma obrigação assumida anteriormente. (OLIVEIRA e PEREZ JR., 2000).

Gasto – consumo genérico de bens e serviços ou, em outras palavras, dos fatores de produção. É importante não confundir gastos com desembolsos. Na verdade o dinheiro não é gasto e sim desembolsado. O que é gasto, ou seja, consumido, são os bens e serviços obtidos por meio do desembolso passado, presente ou futuro. Dependendo da aplicação, o gasto poderá ser classificado em custos, despesas, perdas ou desperdícios. (OLIVEIRA e PEREZ JR, 2000).

Custo - a palavra custo tem sido conceituada de diversas formas pela literatura contábil e de construção civil. Segundo Cabral (1988), existem dois tipos principais de divergências na literatura: as divergências conceituais, onde a palavra custo é utilizada para se referir alternativamente a diversos conceitos, tais como: despesa, gasto, desembolso, etc. e as divergências semânticas, pelas quais diferentes palavras são usadas para se referir ao mesmo conceito. Segundo o dicionário Houaiss (2007), custo é o esforço empregado na produção de bens ou serviços, dentre outras definições. Neste trabalho, a conceituação de custo será: custos são todos os gastos incorridos no processo produtivo para produção do produto final (edificação). Incluem-se, neste caso: matérias-primas, mão-de-obra produtiva, auxiliar e de gerência, depreciação dos equipamentos, energia elétrica, água, equipamentos de segurança, perdas, etc.

Despesas – são gastos incorridos nas áreas administrativas, financeiras e comerciais, ou seja, fora da fábrica (neste caso, do canteiro de obras) com o objetivo de gerar receita ou manter a atividade geradora de receitas (OLIVEIRA e PEREZ JR, 2000).

Perda – há divergência na conceituação apresentada pelos autores da área de contabilidade e o conceito de perda mais usualmente empregado em construção civil e que será utilizado ao longo deste trabalho. Na visão da contabilidade de custos, perdas são gastos anormais ou involuntários que não geram um novo bem ou serviço; estes gastos não mantêm nenhuma relação com a operação da empresa e geralmente ocorrem devido a fatos não previstos (OLIVEIRA e PEREZ JR, 2000). Já para autores da área da construção civil, a perda de material se configura toda vez em que se utilize mais material do que a quantidade teoricamente necessária para se fazer um determinado serviço (AGOPYAN et al., 1998). A natureza das perdas no processo produtivo da construção civil foi definida por estes como sendo: por entulho, incorporada ou devido a roubo.

Planejamento de custos – para Kern (2005), o planejamento dos custos de um empreendimento é composto por dois processos principais: o de estimativa e o de planejamento/controlar dos custos. Porém, na visão de Assumpção (1996), esta organização se dá de outra forma; o sistema de planejamento é composto por dois subsistemas: o sistema de programação e o sistema de controle. Tal autor, ao estabelecer tais conceitos, referia-se ao planejamento físico (em termos de tempo) de uma obra; todavia, acredita-se ser possível trazer tal idéia para o campo do planejamento dos custos.

Assim sendo: o “sistema de programação de custos” gera informações na forma de expectativas de comportamento e o “sistema de controle de custos” gera informações sobre o comportamento de ações já empreendidas. A integração destes dois forma o sistema de planejamento dos custos (ilustrado na Figura 4).

Figura 4 – Sistema de planejamento dos custos

É importante salientar que nesta tese o foco se dará no sistema de programação dos custos, ou orçamentação de custos.

Composição de custo - é a descrição dos gastos relativos a um determinado serviço de obra, que é composta por insumos com especificações, unidades e coeficientes de consumo necessários à execução de uma unidade do serviço.

Insumos - são itens que fazem parte da composição do serviço. Podem ser: materiais, mão-de-obra ou equipamentos. Cada insumo é apresentado com uma unidade de medida correspondente. Por exemplo: carpinteiros em horas, cimento em kilogramas, betoneira em horas da vida útil.

Coeficientes (ou indicadores de consumo) - são as quantidades de cada insumo necessárias à execução de uma unidade de serviço.

3.2 Classificação dos custos

A classificação dos custos é um outro fator de discussão na literatura nacional, principalmente no que diz respeito à abrangência dos conceitos. No Quadro 3 são apresentadas algumas destas classificações e seus autores.

Quadro 3 – Classificação dos Custos

Autor	Critério de classificação	Classificação dos custos
Cabral (1988)	Grau de média	<ul style="list-style-type: none"> • Custo total • Custo unitário
	Variabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Variável • Fixo • Semi-variável
	Facilidade de atribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Direto • Indireto
	Momento de cálculo	<ul style="list-style-type: none"> • Histórico • Pré-determinado
Oliveira e Perez Jr. (2000)	Quanto às variações no volume das atividades produtivas e das vendas	<ul style="list-style-type: none"> • Custo fixo • Despesas fixas • Gastos semifixos ou semivariáveis • Custo variável • Despesas variáveis
	Quanto à forma de identificação e apropriação aos diversos produtos e serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Custos diretos • Custos indiretos

3.2.1 Custos fixos e variáveis

Custo fixo – segundo a conceituação de Oliveira e Perez Jr. (2000), custos fixos são aqueles que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independente do volume de produção, como, por exemplo: salários e encargos do engenheiro da obra; aluguel da grua; depreciação das máquinas da empresa.

Custo variável – são os custos que mantém uma relação direta com o volume de produção, e, conseqüentemente, com os produtos. Desta forma, os custos variáveis crescem à medida que o volume de atividades da empresa aumenta e sua alocação aos produtos se dá de forma direta,

sem a necessidade e critério de rateio. (OLIVEIRA E PEREZ JR., 2000). Por exemplo: matéria-prima, mão-de-obra ligada à produção.

Despesas fixas - são aquelas que permanecem constantes dentro de determinada faixa de atividades geradoras de receitas, independentemente do volume de vendas ou prestação de serviços. Por exemplo: salário e encargos dos diretores, aluguéis, seguros.

Despesas variáveis - variam proporcionalmente ao volume e receitas. Por exemplo: impostos incidentes sobre o faturamento.

Gastos semi-fixos ou semi-variáveis – a depreciação³, a rigor, pode ser considerada um gasto que tem parte de sua natureza fixa e parte variável, uma vez que a perda de valor pelo desgaste pelo uso é variável e a ocasionada pela ação da natureza ou pela obsolescência, são fixas. Neste trabalho, adotou-se que a depreciação será encarada como um gasto variável⁴.

3.2.2 Custos diretos e indiretos

A classificação dos custos em diretos e indiretos é um tema de discordância entre os autores ligados à construção civil.

De acordo com Kern et al. (2004) os custos diretos são estimados por composições de custos relativas às atividades de transformação da obra, através de coeficientes de consumo para cada insumo da atividade orçada, enquanto que os custos indiretos geralmente são estimados através de uma taxa percentual sobre o custo direto da obra.

Já para Silva (2005), o custo direto é o parâmetro de referência para composição do preço da obra, seja nos contratos por administração, onde o contratante se dispõe a pagar explicitamente por todos os insumos necessários para a execução da obra (comprovados por notas fiscais, recibos e contratos), inclusive os honorários de seu administrador; ou seja, na contratação por empreitada, onde o preço é pactuado previamente e o contratante só aceita pagar pelo serviço realizado, ficando a responsabilidade das compras e contratações totalmente com o contratado, que almeja obter um lucro no final. Ao estimar o custo direto de um contrato de empreitada, a empresa contratante pode avaliar a margem bruta utilizada pelas empresas licitantes na elaboração de suas propostas comerciais, criando um *benchmark* importante para auxílio no processo de contratação.

É importante ressaltar que ao classificar os custos em direto ou indireto, é necessário contextualizá-los, ou seja, dizer relativamente a que produto está se atribuindo a classificação,

³ A depreciação é a perda de valor de um bem em função do desgaste pelo uso, pela ação do tempo e pela obsolescência (Oliveira e Perez Jr., 2006).

⁴ Na composição de custo, a depreciação ela entra como uma parcela a ser multiplicada pelas horas de utilização do equipamento empregadas na produção de uma determinada quantidade de serviço/insumo.

pois um custo pode ser direto e indireto ao mesmo tempo. Deve-se esclarecer qual o referencial utilizado na classificação. Por exemplo, o custo da administração da obra é indireto em relação aos serviços da obra, mas é direto em relação à obra no contexto da empresa, devido à facilidade de atribuição (LIBRELOTTO et al., 1998; CABRAL, 1988).

A discordância conceitual entre custo direto e indireto, para os diferentes autores e consultores da área de custos em construção civil, é bastante grande, uma vez que estes conceitos servem de base para a elaboração de orçamentos e no preparo de propostas comerciais de prestação de serviços de construção civil e, em alguns casos, são adaptados a fim de atender a interesses comerciais.

De acordo com o Instituto de Engenharia de São Paulo (2004), o conceito de custo direto de um contrato de empreitada é bastante abrangente e inclui o custo de toda a infra-estrutura necessária para a realização da obra, a administração local, o canteiro de obras, o acampamento, a mobilização e a desmobilização. Na mesma linha, Tisaka (2004) defende que a administração deva fazer parte dos custos diretos em contratos por empreitada.

Já Dias (2000) defende um conceito bastante subjetivo para os custos diretos: “custo direto corresponde a todos os serviços constantes da planilha de quantidades e preços; seja ela fornecida pelo cliente ou mesmo quando formulada pelo orçamentista”.

Porém, Silva (2005) discorda de tais conceituações e restringe custo direto como sendo o custo diretamente relacionado com o projeto da obra, ou seja, o custo dos serviços de construção definidos pelo projeto. Explicita, ainda, que custo direto é aquele obtido pela soma dos custos de materiais de construção, equipamentos de produção e mão-de-obra de operários necessários para executar os serviços de construção.

Não se pretende aqui o aprofundamento de tal discussão, contudo, acredita-se ser importante apresentar os diferentes pontos de vista e definir que, neste trabalho, o custo direto, objeto de pesquisa desta tese, é entendido como o gasto facilmente correlacionado às quantidades de serviço de construção, compreendendo os custos com os insumos: materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução dos serviços e são, de forma geral, “gastos variáveis”.

A seguir serão apresentados conceitos sobre a orçamentação dos custos propriamente dita.

3.3 Tipos de orçamento

Para se avaliar a viabilidade de execução de um empreendimento, é necessário que se estime previamente o seu custo. Tal estimativa é feita através da elaboração do orçamento. (ANDRADE; SOUZA; LIBRAIS, 2001).

O orçamento consiste na modelagem do custo de produção de um produto, que aliada a uma avaliação da situação de mercado, estabelece o preço de venda e, conseqüentemente, estima a rentabilidade do investimento (SAFFARO, 1988).

Para Cabral (1988), orçamento é definido como a previsão de custos para a realização da obra e, portanto, o ponto de partida do processo administrativo da mesma.

Segundo Goldmann (1999), orçamento é a determinação dos gastos necessários para a realização de uma edificação, e acordo com um plano de execução previamente estabelecido.

Conceituações mais práticas são também apresentadas por alguns autores. Uma delas é a do manual de composições de custo “Tabela de Composições de Preços para Orçamento” – TCPO (2003): pode-se dizer que para montar um orçamento é necessário conhecer os coeficientes de produtividade da mão-de-obra, consumo de materiais e consumo horário dos equipamentos utilizados para fazer os serviços de obra. Além destes consumos são necessários os preços unitários de cada insumo e as quantidades de serviço envolvidas na obra. (TCPO, 2003). Conceito similar é apresentado por Losso (1995): “nos orçamentos convencionais, os componentes do projeto são divididos em serviços e estes quantificados em unidades convenientes. Estes quantitativos são multiplicados por composições unitárias de insumo para a execução destes serviços. O somatório dos produtos de todos os quantitativos por suas devidas composições unitárias resulta no custo total do projeto⁵”.

Com base nestas conceituações pode-se observar que o entendimento de cada autor sobre a abrangência do orçamento é bastante distinta. Alguns levam em conta o planejamento da obra, outros citam o mercado, outros entendem que o orçamento é composto apenas pelos custos diretos.

Cabe ainda salientar que, ao se elaborar um orçamento, é preciso ter-se definido com qual objetivo é que se está orçando. A partir desta definição, várias decisões orçamentárias serão tomadas e irão influenciar no montante de recursos apontados no orçamento. Para Oliveira e Perez Jr. (2000), autores da área da contabilidade gerencial, a apuração dos custos de produção, dos produtos e dos serviços tem como objetivos principais:

- ✓ apuração do custo dos produtos, dos serviços e dos departamentos;
- ✓ apuração da rentabilidade dos produtos, dos serviços e dos departamentos;
- ✓ atendimento de exigências contábeis e de auditoria;
- ✓ atendimento de exigências fiscais;
- ✓ controle dos custos de produção;

⁵ Neste caso, entende-se que o “custo total do projeto” de qual o autor se refere é o custo direto total.

- ✓ controle da movimentação interna e externa das mercadorias;
- ✓ melhoria dos processos e eliminação de desperdícios;
- ✓ auxílio na tomada de decisões gerenciais;
- ✓ otimização de resultados;
- ✓ atribuição de responsabilidades entre os diversos executivos e departamentos;
- ✓ análise do desempenho dos diversos executivos e dos departamentos envolvidos;
- ✓ subsídio do estabelecimento dos preços de vendas.

Quanto aos tipos de orçamento, não existe uma definição que seja de consenso entre os autores. Há autores que dividem o orçamento de acordo com as fases do projeto (estimativas de custo e orçamento propriamente dito), há os que preferem enxergá-lo de acordo com o formato em que os relatórios serão apresentados (sintético e analítico), há os que separam em níveis de detalhamento a serem alcançados (orçamento convencional e operacional), dentre outras divisões.

De acordo com a nomenclatura usada nos manuais tradicionais, por exemplo, os orçamentos podem ser classificados em preliminar, analítico (ou detalhado) e sintético. Já Cabral (1988) classifica os orçamentos em empresarial e do produto; neste caso, o orçamento empresarial considera: o orçamento de vendas, o orçamento de produção, o orçamento de despesas de gestão, o orçamento de caixa e o orçamento de capital; o orçamento do produto visa exclusivamente o produto, ou seja, na construção civil: a obra.

No manual de gerenciamento Project Management Body of Knowledge (PMBok) do Project Management Institute – PMI (2000), existe uma classificação quanto ao gerenciamento dos custos dos projetos⁶, apresentada de forma crescente quanto ao nível de precisão do prognóstico, composta pelos seguintes processos e seus objetivos:

- a) planejamento dos recursos – determinar quais recursos (pessoas, materiais e equipamentos) e em que quantidade devem ser utilizados na execução do empreendimento;
- b) estimativa dos custos – desenvolver uma estimativa do custo dos recursos necessários;
- c) orçamentação dos custos – alocar as estimativas de custos às atividades individuais de trabalho;
- d) controle dos custos – controlar as mudanças no orçamento do empreendimento.

⁶ Neste caso a palavra projetos refere-se aos empreendimentos e não às plantas/desenhos.

Porém, de forma geral, na literatura nacional sobre orçamentação em construção civil, é mais amplamente disseminada a classificação em dois destes processos: as b) estimativas⁷ e os c) orçamentos de custo.

Na tentativa de organizar tais conceitos, têm-se, a seguir, alguns comentários sobre as classificações quanto aos orçamentos e as definições a serem adotadas no presente trabalho.

3.3.1 Estimativas de custo

Por gerar um produto único, de escopo amplo e alto custo, a execução de um protótipo torna-se inviável na construção civil. Por isso, é crucial produzir um prognóstico de custo acurado, em outras palavras, é fundamental estimar o custo do projeto futuro antes que a edificação seja projetada em detalhes e que os contratos principais sejam firmados. (TAS E YAMAN, 2005).

A estimativa de custo tem por objetivo apresentar uma aproximação na qual o custo do empreendimento esteja bem representado, com grau de precisão aceitável no contexto da utilização de seus resultados. (LOSSO, 1995).

Formoso (1986) *apud* Kern (2005) acrescenta que a estimativa de custo é um processo alimentado por um conjunto de informações e fornece um resultado não determinístico. Parisotto (2003) ressalta que a estimativa de custo, no entanto, não implica necessariamente na elaboração de um orçamento.

No âmbito nacional, de acordo com Otero (2000), dois métodos de estimativa de custo tem seu uso mais difundido e aceito no setor de construção de edifícios: o Custo Unitário Básico (CUB) e a simples relação entre o custo total e a área de construção.

Losso (1995) admite que é possível que se utilize, para se gerar estimativas de custo, dados gerais sobre o empreendimento a ser executado, como: volume e/ou áreas; indicadores de custo de construção; tempo de execução; preço de venda das unidades de acordo com o que está sendo praticado pelo mercado. Tal autor cita, ainda, outros métodos menos utilizados atualmente para estimar custos:

- ✓ método da estimativa de custo por volume - é o resultado do produto do custo por metro cúbico dos compartimentos da edificação padrão pelo volume equivalente, este método é bastante utilizado em países como Suíça e Inglaterra onde existem critérios de medição oficiais para medição dos volumes;

⁷ Existe, ainda, a possibilidade de que, em algumas publicações nacionais, a palavra estimativa tenha sido traduzida do inglês para o português de forma equivocada, como “estimativas”, quando na realidade estimates referem-se, originalmente, a “orçamentos”.

- ✓ método da participação percentual das etapas de construção – determina-se o custo de uma das etapas da obra e o custo das demais etapas são estimados percentualmente sobre o custo desta etapa;
- ✓ método de estimativa do custo por unidade - é o resultado do produto do custo de cada unidade pelo número de unidades totais da edificação, como por exemplo: número de quartos para hotéis, número de compartimentos para habitação, número de salas de aula para escolas.
- ✓ método por estruturação geométrica – método ARC francês – divide o edifício em elementos, parametrizando as relações geométricas entre partes horizontais e verticais. São parametrizados: partido arquitetônico, área, largura, pé-direito, número de ambientes, número de pavimentos, tipos de acessos e preços unitários.

Porém, sem dúvida, o método mais difundido nacionalmente para se estimarem os custos do empreendimento é pelo CUB, segundo o cálculo baseado na Norma Brasileira - NBR 12721 (ABNT, 2006), recentemente revisada. Em virtude da importância deste método de estimativa, mais aspectos a seu respeito serão abordados no item que segue.

3.3.1.1 Método de estimativa de custo pelo Custo Unitário Básico (CUB)

De acordo com Schmitt (1991), frente à evolução da inflação no Brasil e da necessidade de indexação dos custos para manutenção de contrato, o setor da Construção Civil sentiu-se privilegiado por ter um valor referencial próprio: o CUB ponderado⁸. Além de ser um índice para representar a evolução de preços no setor, o CUB ponderado assumiu o papel de referencia mensal para o custo do metro quadrado de construção.

Schmitt (1991) expõe que a origem do CUB está vinculada ao surgimento da Lei 4591 de 16 de dezembro de 1964, que trata sobre o Condomínio em Edificações e as Incorporações Imobiliárias. Esta Lei atribuiu à norma NB-140 – Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação e Edifícios em Condomínio – a definição das condições técnicas e econômicas para estes empreendimentos.

O custo aproximado obtido pelo método do CUB é calculado por comparações de variáveis geométricas e de especificações entre o projeto-padrão⁹ e o projeto a ser incorporado. Os CUBs são apurados mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil (SINDUSCONs), de acordo com a metodologia e o modelo de cálculo existente na NBR

⁸ Sempre que se faz qualquer comentário sobre o CUB, deve-se ter presente que existem dois tipos de CUB; os referentes aos projetos padrão e o CUB ponderado. (Schmitt, 1991).

⁹ De acordo com a norma atual, NBR 12721/2006, são 18 os projetos-padrão, variando-se: o tipo de edificação (residência unifamiliar, residência multifamiliar, comercial, galpão industrial); as características (projeto de interesse social, prédio popular, 8 pavimentos, 16 pavimentos) e o padrão de acabamento (baixo, normal, alto).

12721. Estes valores são calculados em função dos preços de insumos (materiais, mão-de-obra e equipamentos) pesquisados diretamente junto aos fornecedores ou empregadores do local onde estão sendo calculados, tendo validade da data de sua publicação até a divulgação de novo valor.

Formoso (1986) *apud* Kern (2005) destaca, em seu trabalho, deficiências do modelo de cálculo dos CUB da Norma vigente à época, em decorrência da sua falta de atualização, da obsolescência dos projetos-padrão, da fragilidade dos procedimentos estatísticos utilizados na pesquisa e tratamento de preços dos insumos e alerta quanto à utilização destes custos como instrumento de análise.

Desde a sua publicação, em 1965, foram duas as revisões de tal norma, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007), uma em 1992 e outra em 2006, além de uma emenda em 1999. Sendo que em 1992, o texto de norma recebeu a nomenclatura de NBR 12.721. Atualmente, sob mesmo código e com título: “Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento”, tem por objetivo “estabelecer os critérios para avaliação de custos unitários, cálculo do rateio de construção e outras disposições correlatas, conforme as disposições fixadas e as exigências estabelecidas na Lei Federal 4.591/64” (ABNT, 2006).

Castanhede (2003) afirma que a importância do CUB continua sendo na sua utilização como instrumento de avaliação de valores aproximados de custo para execução de incorporações imobiliárias, no início do processo, onde, muitas vezes, o incorporador somente tem o projeto arquitetônico do prédio que pretende edificar.

Além do CUB, outros índices ainda são bastante conhecidos no mercado de construção civil, como: o próprio SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil da Caixa Econômica Federal) o INCC (Índice Nacional de Custos de Construção, da Fundação Getúlio Vargas) e o IPCE (Índice Pini de Custo de Edificações da Editora Pini).

Na tentativa de se chegar a um custo um pouco mais preciso do que o proporcionado pelo método do CUB, autores têm proposto modelos para estimar custo utilizando, tradicionalmente, o método das regressões estatísticas (ou das parametrizações), dos quais, ter-se-á um panorama a seguir.

3.3.1.2 Método de estimativa de custo utilizando regressões estatísticas

A lógica dos modelos paramétricos está baseada na idéia de que, com base em dados referentes ao comportamento dos custos de obras passadas é possível se prognosticar o comportamento de obras futuras.

Para se construir e validar um modelo paramétrico dentro de determinada utilização, primeiramente se obtém dados reais sobre custos, programação e parâmetros técnicos de produtos similares àquele que está sob estudo. De posse destas informações, aplica-se o modelo e avalia-se como este prediz os custos conhecidos, sendo que, caso seja obtida uma margem de erro aceitável, toma-se como válida a aplicação do modelo para produtos daquele padrão. (UNITED STATES OF AMERICA, 1999).

Há que se esclarecer, portanto, que o método de prognóstico via parametrização dependerá fundamentalmente, do banco de dados no qual o modelo está embasado. O novo projeto, que terá seu custo prognosticado com este método, deverá ter a mesma tipologia e características semelhantes àquelas dos projetos que geraram o modelo.

Muito se publicou no Brasil, em especial nas décadas de 80, 90 e começo dos anos 2000 sobre parametrização de custos para obras de construção civil.

Mascaró (1985) foi um dos primeiros autores a publicar sobre a influência das decisões arquitetônicas no custo das obras. Tal pesquisa abriu caminho para as pesquisas que a sucederam, quando mostrou a importância dos indicadores que dizem respeito à forma da edificação e a divisão dos custos em planos horizontais e verticais. Depois dele, Oliveira (1990), Losso (1995), Otero (2000) e Parisotto (2003), dentre outros, elaboraram suas pesquisas para que, a partir das características geométricas da edificação, se pudesse chegar a uma estimativa do custo da obra para as fases iniciais do empreendimento.

Na pesquisa de Losso (1995) foi confirmada a hipótese de que a estimativa de custo utilizando regressões estatísticas (baseadas em dados de projetos anteriores da própria empresa) propicia um prognóstico de custo mais próximo do realmente incorrido na obra do que aquele obtido por meio do método do CUB¹⁰. Acrescentou ainda, que, apesar da heterogeneidade encontrada na construção (diferentes profissionais, técnicas e materiais envolvidos em cada empreendimento), é possível tipificar as obras, ou seja, caracterizá-las através de índices que representam suas características geométricas (ou seus elementos funcionais), viabilizando, desta maneira, a estimativa de custos em função das características geométricas.

Em oposição a isto, Otero (2000) concluiu que a variabilidade dos custos estimados através das equações paramétricas com relação aos realmente incorridos é muito grande, o que inviabiliza o uso de tais equações para prognosticar o custo de obras, mesmo para as etapas iniciais do empreendimento.

¹⁰ Losso (1995) utilizou-se da norma NBR 12721/1992, vigente na época de seu levantamento, para chegar à esta conclusão.

O trabalho de Parisotto (2003), apesar de objetivar a criação de um modelo de estimativa de custo e de quantidades, enfocou mais na comparação dos resultados obtidos com modelos propostos por outros autores do que propriamente na criação de um modelo próprio de estimativa e não foi conclusivo quanto a recomendação do uso de regressões para estimar custos.

Tendo em vista os elevados coeficientes de variação dos modelos de prognóstico de custo desenvolvidos com base em tais parametrizações, Otero (2000) recomenda que seja elaborada uma metodologia de prognóstico híbrida, utilizando-se de regressões paramétricas ou levantamentos detalhados de acordo com as características do serviço analisado, o que tornaria o modelo mais confiável que o modelo paramétrico puro.

Já no âmbito internacional, outros métodos de estimativas são empregados que não somente o de regressão estatística.

Hegazy e Ayed (1998) apontam que, tradicionalmente, as interligações utilizados nas estimativas de custo são desenvolvidas aplicando-se análises de regressões com dados históricos de projetos anteriores, porém, alertam que a principal desvantagem na aplicação desta técnica é a necessidade de uma fórmula matemática definida em função do custo que melhor descreva os dados históricos. Outra desvantagem, segundo eles, é que a regressão é incapaz de processar o grande número de variáveis presentes num projeto de construção e suas interações.

Al-Hassan; Ross; Kirkham (2006) realizaram uma pesquisa com contratantes de obra a fim de conhecer as práticas mais usadas para estimar custos de suas obras e concluíram que aproximadamente 50% dos entrevistados não utilizam dados históricos de obras anteriores para gerar estimativas de custo; isto se deveu, segundo eles às: características únicas de cada projeto, o *feedback* dos dados levantados em canteiros de obras anteriores não serem estruturados (não-confiáveis), informações incompatíveis com as obras futuras.

Já Adeli e Wu (1998) concordam que são muitos os fatores que afetam os custos de construção e poucos deles é que são normalmente considerados nas modelagens para prognosticar o custo, entretanto indicam um método que poderia resolver este problema: o de redes neurais¹¹

¹¹ Uma Rede Neural Artificial (*Artificial Neural Network*), ou simplesmente rede neural, é um modelo inspirado no cérebro por sua habilidade de adquirir e armazenar conhecimento necessário para realizar uma dada tarefa.

A maioria dos modelos de redes neurais possui alguma regra de treinamento, onde os pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões apresentados. Em outras palavras, elas aprendem através de exemplos. (Fonte: <http://www.icmc.usp.br/~andre/research/neural/index.htm>)

3.3.1.3 Método de estimativa de custo utilizando redes neurais

Esta é uma das ferramentas mais freqüentemente utilizadas pelos autores internacionais na elaboração dos seus modelos.

Williams (1994) utilizou esta técnica para tentar fazer o prognóstico para o período de seis meses de um indicador de custo¹² americano em função de dados macro-econômicos dos Estados Unidos de 1967 a 1991. Contudo, concluiu que a flutuação do valor deste índice é um problema complexo e que não pode ser previsto com precisão pelo modelo de redes neurais.

Furusaka et al. (1999) utilizaram redes neurais para chegar à quantidade de concreto a ser usada na obra em função das informações iniciais de projeto, como: a) área construída), b) área privativa), c) número de pavimentos, d) pé-direito dos andares e e) comprimento da edificação na direção “x” e comprimento na direção “y”. A partir da quantidade de concreto eles chegaram às quantidades de fôrmas e de armaduras a serem executadas e, conseqüentemente, aos custos dos respectivos serviços; onde concluíram que, em se variando a quantidade das informações de entrada, pode-se chegar a níveis distintos de precisão da estimativa. Por exemplo: quando se tem as informações a), b) e c), o erro na estimativa de consumo de concreto é de 15%; com as informações a), b), c) e d), o erro é 12,5% e com a informação e) além das anteriores, o erro cai para 10%. Segundo tais autores, o modelo por eles proposto é efetivo e pode auxiliar aos arquitetos a ajustarem o desenho de suas estruturas nas fases iniciais do projeto em função do custo pretendido.

Hegazy e Ayed (1998) utilizaram redes neurais para desenvolver um modelo paramétrico de estimativas de custo para projetos de rodovias no Canadá, chegando a resultados satisfatórios de prognóstico para as fases iniciais do projeto, quando ainda pouco se sabe sobre seu escopo. Segundo eles, com esta ferramenta de prognóstico, não só permite que os custos iniciais na construção sejam reduzidos, como também, possibilita dar subsídios para a escolha do tipo de pavimento mais adequado e da estratégia de manutenção a ser adotada para uma determinada rodovia em particular.

Attalla e Hegazy (2003) elaboraram dois modelos para identificar os fatores que impactam na performance de custo de obras de reformas de edificação. Um deles utilizando o de redes neurais e o outro, regressão estatística. Quarenta e um casos foram usados para desenvolvimento dos modelos enquanto outros nove foram usados para validação e teste.

Os nós chamados “neurônios” são conectados ao processamento de dados de acordo com a influência do peso da conexão. Desenvolver uma rede neural consiste em dois passos: o de aprendizado e o de teste. A relação entre os dados de entrada e saída são expressos na rede neural na etapa de aprendizado. (Furusaka et al., 1999).

¹² Tal indicador é publicado na revista semanal *ENR Magazine* e é formado por um pacote básico de serviços que contém o somatório do produto de uma certa quantidade de insumos e seus respectivos preços.

Apesar de chegarem a valores próximos entre o custo previsto e o realizado, ressaltam a vantagem em se utilizar o modelo de redes neurais por permitir o uso de um número maior de variáveis (neste caso foram usadas 18 (dezoito) variáveis), enquanto que no modelo com regressão as variáveis utilizadas foram 5 (cinco).

É importante salientar, contudo, que apesar de as estimativas não serem o foco deste trabalho, elas são de fundamental importância para as fases iniciais do projeto e, naturalmente, fazem parte do sistema de gestão dos custos de uma empresa. Acrescenta-se ainda, que, quando, nas empresas, existe a prática de coleta e armazenamento das informações sobre o consumo dos insumos e custos em canteiro, os prognósticos de obras futuras são enormemente facilitados, mesmo quando ainda se está na fase de estimativas preliminares baseadas nos projetos iniciais do empreendimento.

Observa-se também, que não somente na literatura nacional, mas também nas publicações internacionais, as estimativas de custo têm sido mais freqüentemente estudadas em detrimento das publicações sobre orçamento para execução, o qual é o foco da presente tese.

3.3.2 Orçamentos de custo

De acordo com a terminologia corrente na construção civil, são dois os tipos de orçamento mais amplamente divulgados na literatura nacional: o orçamento descritivo e o orçamento operacional. Ambos serão mais bem descritos nos itens que seguem.

3.3.2.1 Orçamento descritivo

O sucesso de uma empresa de construção depende da habilidade em executar o orçamento (AL-HASSAN; ROSS; KIRKHAM, 2006).

No Brasil, o orçamento descritivo é também citado como orçamento tradicional ou ainda orçamento convencional. Cabral (1988) define o orçamento “convencional” como sendo resultado da discriminação da obra nos seus diversos serviços que por sua vez, tem quantidades determinadas e associadas ao custo unitário de execução. Segundo ele, ainda, nesta modalidade de orçamento são orçados os serviços independentemente, onde atuam três variáveis: o quantitativo dos serviços, a composição unitária e o preço dos insumos.

No orçamento convencional, os custos são calculados seguindo uma lista de serviços¹³ discriminados. De acordo com Saffaro (1988), de forma geral, as empresas de construção adotam os critérios de subdivisão dos serviços do orçamento seguindo a quebra proposta pelos manuais de orçamentação mais conhecidos.

¹³ Serviço é formado por um conjunto de operações que, quando realizado, resulta em uma parte funcional da obra, podendo envolver mais de uma categoria de mão-de-obra. (Cabral, 1988).

Contudo, é sabido que esta visão tradicional do orçamento tem incitado muitas críticas. Para Marchiori e Souza (2006), o orçamento é uma ferramenta que faz parte do sistema de gestão de custos e que, muitas vezes, é elaborado com o intuito limitado de se chegar a um custo de referência quanto ao ônus total, mas que não reflete a realidade em que se dará a execução dos serviços a realizar.

Já na década de 70, o orçamento tradicional não satisfazia as necessidades de gestão, vide o que diz Stone (1975) *apud* Cabral (1988): “o orçamento convencional não reflete a maneira pela qual o trabalho é conduzido; conseqüentemente, mais tarde, ele não refletirá os custos reais de construção”; segundo ele, no orçamento convencional, as atividades são mensuradas com base nas suas quantidades, levando-se em conta a sua execução por uma determinada equipe, independentemente de onde este trabalho está sendo executado ou de sua dificuldade de execução. Há que se imaginar que desde a década de 70 até os dias atuais, muito se evoluiu em termos de tecnologias construtivas e sistemas de gestão na construção e, mesmo assim, ainda hoje, pode-se considerar que suas críticas ao orçamento sejam válidas.

Outras críticas são também cabíveis, como a de O’Brien (1994): os orçamentos deveriam atender à diferentes agentes envolvidos no empreendimento - investidores, engenheiros-arquitetos, engenheiros de valor, gerentes de projeto, gerentes de construção, contratante geral, subcontratados – por que todos os seus pontos de vista diferem e as suas necessidades quanto ao orçamento são distintas.

Quanto ao aspecto evolutivo a estar presente nos orçamentos, Liu e Zhu (2007) detectaram que a maior parte da literatura relativa à orçamentação de custos enfoca métodos de estimativas específicos, com técnicas genéricas e dando pouca atenção às necessidades de estimativas em cada estágio do empreendimento.

Para tentar suprir tais necessidades é que surgiu a noção de orçamento operacional, que será discutida a seguir.

3.3.2.2 Orçamento operacional

O orçamento operacional é o orçamento executado com um nível de detalhamento maior que o orçamento convencional. Segundo a definição apresentada por Saffaro (1988), o orçamento operacional é aquele elaborado com base no diagrama de rede dos serviços e em algumas informações de caráter qualitativo, onde estão explícitos critérios, justificativas e descrições que foram adotadas na elaboração do orçamento.

Para Cabral (1988) um orçamento operacional consiste em adequar as informações fornecidas pelo orçamento aos dados obtidos em obra segundo o conceito de operação¹⁴. Conceito similar é apresentado por Parisotto (2003): o orçamento operacional é aquele que utiliza como parâmetro para do desenvolvimento do orçamento, a operação; desta forma, é considerado, no orçamento, o custo real incorrido na execução dos serviços de acordo com a forma que eles ocorrem na obra ao longo do tempo.

Este tipo de orçamento é considerado na literatura como sendo o ideal frente aos orçamentos tradicionalmente elaborados. Dentre as vantagens proporcionadas por este tipo de orçamento, podem-se citar:

- propicia um maior entrosamento entre as funções (ou departamentos) da empresa, facilitando a troca de informações entre elas. Como por exemplo, um funcionamento mais engrenado entre os departamentos de planejamento, de suprimentos e da própria obra, uma vez que o orçamento operacional é elaborado com a participação de todos eles (CABRAL, 1988);
- permite a avaliar o tempo de alocação da mão-de-obra e dos equipamentos, já que seus custos são proporcionais ao tempo de permanência no canteiro e não às quantidades físicas dos serviços, sendo somente o custo dos materiais proporcionais aos mesmos (SAFFARO, 1988);
- fornece subsídios para a administração de compras de materiais através de análises de investimentos tendo em vista o comportamento dos preços do material, o índice de reajustamento das receitas da obra e o prazo limite para o consumo deste (SAFFARO, 1988);
- possibilita melhor identificar as atividades e outras variáveis que possuem influencia direta no custo de um empreendimento, tais como: prazo da obra, velocidade de mobilização dos recursos, tamanho da equipe gerencial, utilização de equipamentos e seu tempo de permanência em obra (HEINECK, 1986);
- possibilita a comparação entre métodos construtivos em termos de prazo, utilização de equipamentos, dimensionamento de equipes, transtornos no canteiro (HEINECK, 1986);
- devido ao seu formato mais detalhado, a informação gerada pelo orçamento operacional é mais flexível; ou seja, pode ser mais facilmente modificada na medida que ocorrem mudanças no projeto e na produção da obra. (SKOYLES apud KERN, 2005);

¹⁴ Operação é toda a tarefa executada por um mesmo tipo de mão-de-obra, de forma contínua, sem interrupções, com início e fim bem definidos. (Cabral, 1988)

Apesar de existirem muitas publicações à respeito do orçamento operacional desde à década de 60, observa-se que na prática esta técnica não tem sido utilizada (Kern, 2005). Mesmo em trabalhos acadêmicos que tratam do assunto, a teoria sobre este tipo de orçamento é bastante explorada, ao passo que a sua aplicação em casos reais não foi até então apresentada ou mesmo exemplificada.

As dificuldades na aplicação do orçamento operacional estão ligadas, principalmente, à:

- falta de um referencial teórico para a gestão da produção que permita a criação de uma modelagem mais robusta de custos (KERN, 2005);
- desconhecimento ou inexperiência do profissional que elabora o orçamento no que diz respeito às redes de serviço (planejamento) e ao processo construtivo (SAFFARO, 1988);
- dificuldade de controle a partir de levantamentos em obra para retro-alimentação do sistema de custos;
- não existem dados de projeto e do planejamento detalhados o suficientes a tempo da sua elaboração antes do início da obra (FORBES e SKOYLES apud KERN, 2005)
- ser muito trabalhosa a sua elaboração (CABRAL, 1988);
- curto prazo para entrega dos orçamentos (SAFFARO, 1988)
- abandono do uso de composições unitárias – atualmente é usual a tomada de preços de serviços empreitados, ou seja, um preço total pelo serviço a ser prestado;
- os bancos de dados de orçamento atuais não chegam no nível da operação e sim apresentam os indicadores de consumo das composições de custo com base no serviço.

Diante das dificuldades relacionadas a orçamentação, seja quanto à utilidade do orçamento convencional ou mesmo na elaboração do orçamento operacional, acredita-se ser possível gerar um orçamento com nível de detalhamento intermediário entre o convencional e o operacional, de modo a não ser tão detalhado a ponto de inviabilizar a sua elaboração e também não tão geral que não venha a servir de ferramenta para gestão da obra.

3.4 As fases do empreendimento e os agentes atendidos pelo orçamento

Um dos aspectos a serem levados em consideração ao se elaborar um orçamento é que o mesmo pode ser elaborado sob o ponto de vista de diversos agentes: investidores, engenheiros-arquitetos, engenheiros de valor, gerentes de projeto, gerentes de construção, contratante geral, subcontratados, e, todos eles diferem. (O'BRIEN, 1994).

A orçamentação dos custos é geralmente feita em diferentes fases do empreendimento; Tas e Yaman (2005) alertam que se o orçamento for acompanhado paralelamente a cada fase do empreendimento, informações poderão ser fornecidas a fim de gerar oportunidades para os

projetos, que serão, desta forma, elaborados em concordância com os objetivos de custo previamente estipulados. Apesar de muitos autores fazerem referência às fases do empreendimento e sua relação com o orçamento, percebe-se que não são unânimes ao nomear / demarcar estas fases.

Saffaro (1988) apresentou sinteticamente a evolução das fases do empreendimento atrelada à qualidade do orçamento, de acordo com o disposto no Quadro 4.

Quadro 4 – As fases do orçamento e as informações de entrada e saída

	1º nível	2º nível	3º nível
Fase do empreendimento	Ante-projeto / projeto	Orçamento propriamente dito	Execução da obra
Informações de entrada	Massa de construção Custo unitário básico Programação da obra Forma de alocação dos recursos financeiros	Quantitativos de serviços Custos unitários dos serviços Prazo de execução BDI	Custos orçados Cenário real
Tipo de análise	Econômico-financeira	Orçamento discriminado	Fonte de informações de metas a atingir
Informações de saída	Viabilidade do empreendimento / escolha do projeto	Determinação do preço ao cliente	
Detalhamento das informações e qualidade do orçamento crescentes			

Já Liu e Zhu (2007), detalham um pouco mais as fases do empreendimento relacionadas à época da concepção do projeto. Eles entendem, ainda, que diferentes fases exigem propósitos diferentes do orçamento: a) concepção e viabilidade – o propósito do orçamento nesta fase é determinar uma faixa de variação do custo com indicações quanto à qualidade e recomendações quanto aos limites de custo do investidor; para isso podem ser empregados métodos de prognóstico em função da área ou do volume. O planejamento dos custos nesta fase refere-se ao processo no qual é decidido se irá ou não ser construído o empreendimento, depois da decisão do investidor em construir, os limites de custo são confirmados, levando-se em conta as necessidades dos clientes e um esboço do projeto. Quantidades aproximadas baseadas em projetos similares construídos anteriormente podem ser usadas no caso de falta de dados para gerar a estimativa. b) projeto preliminar – um esquema do planejamento dos custos é feito com base em um projeto preliminar e definições do padrão de qualidade e necessidades funcionais, geradas pelas equipes de engenharia e arquitetura. c) projeto detalhado – estudos e checagens de custo são efetuadas sistematicamente pra garantir os limites de custos determinados anteriormente; d) construção – os dados de custo deverão ser apropriados de acordo com o processo de construção, confiáveis e atualizados para que posam refletir a realidade. Tais fases são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Estrutura dos fatores de controle do orçamento fase por fase

	Fases do projeto			
	Estágio conceitual	Estágio de projeto	Estágio de licitação	Estágio de pré-obra
Escopo	<ul style="list-style-type: none"> • Pouca informação de projeto disponível • Entradas são basicamente o histórico de projetos similares 	<ul style="list-style-type: none"> • Opiniões dos clientes • Investigadas as condições do local da obra • Plantas ainda na fase de esboço (projeto preliminar) 	<ul style="list-style-type: none"> • Escopo detalhado do projeto • Levantamento de quantidades pelo orçamentosa • Plantas detalhadas • Especificações detalhadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Detalhamento ainda maior das plantas e especificações • Cronograma de construção • Intensiva inspeção do local da obra • Plano do projeto (Project plan)
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativa econômica 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparação do levantamento de quantitativos • Orçamento apontando dentências 	<ul style="list-style-type: none"> • Licitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento dos custos
Envolvido	<ul style="list-style-type: none"> • Dono / investidor 	<ul style="list-style-type: none"> • Projetistas / arquitetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Órgão/empresa promotor da concorrência 	<ul style="list-style-type: none"> • Contratante
Fatores influenciadores dos custos	<ul style="list-style-type: none"> • Informações de projeto • Dados de custo • Experiência da equipe 	<ul style="list-style-type: none"> • Esboço do orçamento • Processo de orçamento • Experiência da equipe • Informações de projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Nível de precisão esperado • Benchmarking • Elaboração do orçamento • Alinhamento (conscientização) da equipe • Processo de orçamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo de orçamento • Alinhamento da equipe • Revisão e aprovação o orçamento • Benchmarking
Programabilidade das tarefas	<ul style="list-style-type: none"> • baixa 	<ul style="list-style-type: none"> • baixa 	<ul style="list-style-type: none"> • alta 	<ul style="list-style-type: none"> • alta
Mensurabilidade das saídas	<ul style="list-style-type: none"> • baixa 	<ul style="list-style-type: none"> • alta 	<ul style="list-style-type: none"> • alta 	<ul style="list-style-type: none"> • alta
Forma de controle	<ul style="list-style-type: none"> • controle das entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • controle das entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • controle do processo e das saídas 	<ul style="list-style-type: none"> • controle das saídas

Fonte: Adaptado de Liu e Zhu (2007)

Goldmann (1999) vai além, considerando, ainda as fases de entrega e pós-entrega. Tal autor considera as seguintes fases do empreendimento visando o planejamento de custos: viabilidade econômica, planejamento de custos, produção/controle, entrega/resultados do empreendimento e pós-entrega.

Arditi; Alnajjar; Vingert (2002) também levam em conta a fase de pós-entrega, pois, assim como o projeto “as built” o orçamento também deveria ter um orçamento “as built” para servir de base para projetos futuros. Mostram ainda, no Quadro 6, as fases do projeto e a

diferença na precisão no prognóstico dos custos desde a fase de “decisão de construir” até a fase de projeto final.

Quadro 6 – Ciclo de vida de um projeto de construção

	Fases do projeto						
	Decisão de construir	Esboço de projeto	Projeto preliminar	Projeto final	Concorrência	Construção	Pós-construção
Esforço de projeto	Definição do “conceito do projeto”	Projeto com layout geral e parâmetros para o escopo	Projetos iniciais	Projeto e especificações para construção	Resposta às questões; avaliação da concorrência	Modificações de projeto	Projeto corretivo
Atividade de orçamento	Preço desejado	Estimativas paramétricas (por m ²)	Estimativa inicial com principais insumos	Estimativa com insumos finais	Orçamento do contratante	Orçamento das mudanças	Orçamento corretivo
Nível de incerteza	50-100%	30-40%	20-30%	10%	0	0	0

Fonte: Arditi; Alnajjar; Vingert (2002)

Uma avaliação e sintetização destas classificações serviu de ponto de partida para a o entendimento da evolução das informações de projeto e a sua correlação com as fases do orçamento, conforme está ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Fases do projeto e do orçamento

Na Figura 5 está representada a idéia de que distintas fases de projeto exigem propósitos diferentes do orçamento.

Na fase de estudo de viabilidade, por exemplo, o propósito do orçamento é determinar uma faixa de variação do custo com indicações quanto à qualidade e recomendações quanto aos limites de custo do investidor (Tas e Yaman, 2005); para isso podem ser empregados métodos

de prognóstico em função da área ou do volume, já bastante estudados por autores nacionais (LOSSO, 1995; OTERO, 2000; PARISOTTO, 2003) e internacionais (HEGAZY E AYED (1998); ADELI E WU (1998); FURUSAKA ET AL. (1999); AL-HASSAN; ROSS; KIRKHAM (2006)). Quantidades aproximadas tendo por base projetos similares construídos anteriormente podem ser usadas no caso de falta de dados para gerar a estimativa. O agente a ser atendido nesta fase é, essencialmente, o investidor ou dono da obra.

Na fase inicial do desenvolvimento dos projetos é possível que se elabore um orçamento com base em um projeto preliminar, que permite o levantamento de quantitativos e possui definições do padrão de qualidade do empreendimento e das necessidades funcionais da edificação, trabalho conjunto das equipes de projeto e engenharia; a este orçamento identificamos como “orçamento com projeto de prefeitura”.

Pode ocorrer, também, que a obra seja iniciada e os projetos ainda estejam em elaboração, o que pode atrapalhar a precisão do prognóstico de custos, contudo, é imprescindível que checagens sejam efetuadas sistematicamente pra garantir os limites de custos determinados inicialmente.

Na fase de pré-obra os dados de custo são apropriados de acordo com o processo de construção, já se pode considerar que sejam confiáveis e atualizados para que possam refletir a realidade em que se dará a construção. Como dados de entrada do orçamento tem-se um detalhamento completo das especificações e plantas, o cronograma de construção, os critérios de medição dos serviços. Este orçamento atente, essencialmente, ao executor da obra.

Na fase de execução da obra, são feitos levantamentos e medições do custo ocorrido para possibilitar: a retroalimentação do sistema de custos da empresa (orçado x realizado); possíveis ajustes nos serviços seguintes e para alimentação do banco de dados para orçamentação de obras futuras.

Há autores, como Goldmann (1999) que acreditam ser fundamental a contabilização dos custos da fase de pós-entrega no orçamento, onde os serviços de assistência ao cliente realiza as manutenções e correções na edificação e este ônus já deverá estar embutido no custo do empreendimento.

O método proposto pretende atender as necessidades dos agentes em todas as etapas, pois a estrutura de redes de composições proposta permite a entrada de informações de projetos seja nas fases iniciais onde existem dados gerais sobre a obra ou em fases mais adiantadas, com um maior detalhamento (chegando-se, também, a níveis mais operacionais).

3.5 A orçamentação vista como um processo

De forma simplificada, pode-se dizer que o orçamento dos custos de uma obra é composto pelas seguintes informações:

- a) levantamento, nos projetos, das quantidades de serviços a serem executados na obra;
- b) custos unitários, que são o produto de:
 - o indicadores de produtividade da mão-de-obra e do consumo de materiais por unidade de serviço e
 - o preço unitário da mão-de-obra e dos materiais

estes são os elementos que constituem uma composição de custos; em multiplicando-se o quantitativo do serviço (a) pelo seu custo unitário (b), tem-se o custo total do serviço e a soma destes, o custo direto da obra. Tal abordagem é ilustrada sinteticamente na Figura 6.

Figura 6 –Processo orçamentário: visão tradicional

Esta descrição, todavia, é bastante simplista e não reflete a real dificuldade em se prognosticar os custos por meio de um orçamento. A dificuldade reside, principalmente, no fato de que cada uma das variáveis pode ter uma amplitude muito grande de valores, a depender das características da empresa, do empreendimento, da obra, do agente para o qual o orçamento está sendo feito, da etapa do projeto a qual o orçamento se refere.

Há que se considerar que, além destas características, outro fato que leva a variabilidades, é que cada orçamentista imprime ao orçamento as suas crenças e suas experiências anteriores, o que torna algumas partes do processo subjetivas, podendo gerar prognósticos não condizentes com a realidade da obra que está sendo orçada. Em adição a isto, o orçamento não explicita, muitas vezes, a totalidade dos custos da obra, por deixar de considerar questões como: transporte e logística de insumos, custo com equipamentos, máquinas e ferramentas, dentre outros. Ao se aprofundar no entendimento de cada uma destas variáveis, ver-se-á que a complexidade na tarefa de orçar está muito relacionada ao grande número de detalhes a serem levados em conta no orçamento. A idéia de enxergar o orçamento como um processo (com entradas, processamento e saídas) vem a facilitar o entendimento das variáveis e na organização dos conceitos relacionados com a orçamentação. Salienta-se, todavia, que o foco

desta tese é resolver a questão das “entradas”, mais especificamente pretende-se estudar as variáveis físicas envolvidas no processo de orçar, sendo que a questão do preço dos insumos (e sua atualização) não serão abordados nesta tese.

Embora o conceito de orçamento possa ser bastante amplo e os objetivos com o qual se orça bastante variados, neste trabalho, o enfoque será dado ao orçamento para produção no ambiente da construção civil visando auxiliar os agentes de empresas do setor na tomada de decisões¹⁵.

Partindo-se da idéia de que a programação dos custos depende de duas frentes: da elaboração do orçamento dos custos e da programação dos serviços de obra no tempo, salienta-se que, neste trabalho, o enfoque será dado na questão do aprimoramento da orçamentação, mais especificamente do prognóstico dos custos diretos, através da estruturação das informações de orçamento através de redes de composição. Os desdobramentos propostos nesta tese para os produtos, os processos e os recursos envolvidos na construção servem de base para a elaboração da programação dos custos dos serviços no tempo, embora a programação propriamente dita não faça parte dos objetivos propostos.

A seguir tem-se uma análise mais aprofundada de dois aspectos que são a base para o método proposto nesta tese:

- estruturação do banco de composições - tratada no Capítulo 4 e o
- tratamento dado às informações que compõem cada composição (seus insumos e consumos) – tratado no Capítulo 5.

¹⁵Decisões a serem tomadas: entrar ou não num negócio, comparar custos entre diferentes propostas, comparar custos de aditamento, comparação entre alternativas tecnológicas ou organizacionais, definições de escopo do trabalho.

4 ESTRUTURAÇÃO DE BANCOS DE DADOS PARA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Com o advento da globalização do setor da construção, o número e tamanho dos projetos têm aumentado, tornando-se mais amplos e complicados, de acordo com a análise de Tas e Yaman (2005). Segundo eles, os modelos tradicionais de orçamentação de custo têm se mostrado ineficientes para atender tamanha sofisticação. Tais autores indicam que uma das soluções para o problema pode estar nos sistemas de gerenciamento da base de dados e ambientes virtuais que dêem suporte à dados e informações compartilhadas entre os usuários em todo o mundo.

Em concordância a esta idéia, criar soluções que possibilitem a integração entre projetos é, atualmente, um dos temas mais discutidos nas publicações internacionais, como por exemplo: no *Journal of Construction Engineering and Management* e no *Journal of Computing in Civil Engineering*.

A interoperabilidade entre projetos é um dos temas considerados prioridade do CIB¹⁶. CIB (2008) define que as “soluções de projeto integradas¹⁷” consistem em aprimorar a colaboração, coordenação, comunicação, suporte à decisão e outros processos de trabalho possíveis através do aumento da integração (horizontal, vertical e temporal) entre dados e informações gerenciais a fim de aumentar o valor agregado ao longo do ciclo de vida da edificação.

A obtenção de uma base de informações comuns para o gerenciamento de projetos passa pela estruturação da base de dados orçamentária, que é o local onde estão reunidos todos os insumos e serviços empregados ao longo do processo produtivo. Tal estruturação deve possibilitar a integração e interligação entre informações, possibilitando uma maior confiabilidade e usabilidade ao orçamento para controle dos custos e do escopo do trabalho durante a execução da obra.

Neste capítulo serão apresentados alguns aspectos pinçados da literatura com relação à estruturação das informações sobre a produção de empreendimentos de edificações com vistas à orçamentação de custos.

¹⁶ International Council for Research na Innovation in Building and Construction, principal órgão de representação dos pesquisadores na Construção Civil mundial. A integração é prioridade ao lado de outros três temas: sustentabilidade na construção, clientes e usuários e revalorizando a construção.

¹⁷ Traduzida do inglês: IDS – Integrated Design Solutions

4.1 As informações de orçamento e o gerenciamento do escopo do projeto

De acordo com o PMI (2000), para concluir de forma bem sucedida um projeto, é fundamental definir e controlar o que está ou não incluído no projeto, ou seja, gerenciar o escopo do projeto.

No contexto do gerenciamento de projetos, o termo escopo deve se referir ao: a) escopo do produto – aspectos e funções que devam ser incluídos no produto ou serviço ou b) escopo do projeto – o trabalho que deve ser feito com a finalidade de entregar um produto de acordo com os aspectos e as funções especificadas. (PMI, 2000)

Detalhar o escopo do projeto implica na subdivisão dos principais elementos do projeto em componentes menores e mais manejáveis para se ter condição de: melhorar a precisão das estimativas de custo, tempo e recursos, definir uma base para medir e controlar o desempenho, além de facilitar a atribuição de responsabilidades.

No PMBoK é enfatizado que: “quando existe uma definição pobre do escopo, pode ser esperado um custo final do projeto mais alto por causa de inevitáveis mudanças que rompem com o ritmo do projeto, causam retrabalhos, aumentam o tempo do projeto e diminuem a produtividade e o moral da força de trabalho” (PMI, 2000).

Diante de tal importância com relação à definição do escopo de um projeto, na presente tese, propõe-se uma estruturação para a base de dados orçamentária contendo informações detalhadas quanto ao escopo tanto do produto quanto dos processos de execução, auxiliando, desta forma com que o custo final do projeto seja o mesmo (ou bastante próximo do) custo prognosticado no orçamento para execução.

4.2 A estruturação das informações de orçamento

A busca por informações que auxiliassem na estruturação das informações de orçamento e por ferramentas que pudessem ser utilizadas para definição do escopo dos trabalhos de construção, partiu das indicações do PMI (2000). Em tal publicação são citados os passos para proceder ao detalhamento do escopo de um projeto, quais sejam:

1. desenvolver modelos de Estrutura Analítica de Projeto (EAP ou, em inglês, WBS: Work Breakdown Structure);
2. decompor (desdobrar) os principais subprodutos do projeto em componentes menores até que os subprodutos sejam definidos em detalhe suficiente para suportar futuras atividades do projeto: planejar, executar, controlar e fechar; sendo que tal decomposição envolve os seguintes passos:
 - a) identificar os principais elementos do projeto;

- b) verificar se o custo e as estimativas de duração podem ser desenvolvidos nesse nível de detalhe para cada elemento;
- c) identificar os elementos constituintes¹⁸ do subproduto;
- d) verificar a exatidão¹⁹ da decomposição.

Procedimento semelhante a este pode ser usado para elaboração de bancos de composições de custo. Autores da área de gerenciamento de projetos como Halpin e Woodhead (1997) e Ahuja; Dozi; Abourizk (1994), por exemplo, descrevem a importância destas estruturas analíticas para tornar possível o controle tanto do custo quanto do tempo de um projeto.

Vários métodos de desdobramento do trabalho (*work breakdown*) têm sido propostos na literatura, onde os autores definem que o denominador comum básico neste esquema é o pacote de trabalho, o qual é um subelemento da EAP onde, tanto os dados de custo quanto os de tempo são coletados para alimentar os relatórios de andamento do projeto. A estruturação com base nos pacotes de trabalho permite o “gerenciamento integrado de projeto”.

Halpin e Woodhead (1997) exemplificam a EAP e os pacotes de trabalho através de uma matriz, mostrada na Figura 7.

Figura 7 - Matriz de controle do projeto

¹⁸ Os elementos constituintes devem ser descritos em termos de resultados tangíveis e verificáveis para facilitar a medida do desempenho. Com relação aos principais elementos, estes devem ser definidos em termos de como o trabalho do projeto será realmente realizado. Resultados tangíveis e verificáveis podem incluir tanto serviços (processos) quanto produtos.

¹⁹ Verificar se os itens de níveis mais baixos são necessários e suficientes para a conclusão do item decomposto (se não, os elementos constituintes devem ser modificados: adicionados, apagados, excluídos ou redefinidos); se cada item está clara e completamente definido (se não, as descrições deverão ser revisadas ou expandidas); se cada item pode ser adequadamente programado e orçado; designado para uma unidade organizacional específica (por exemplo, departamento, equipe ou pessoa) que aceitará a responsabilidade pela conclusão satisfatória do item (se não, serão necessárias revisões para possibilitar uma gerência de controle adequada).

Fonte: Halpin e Woodhead (1997)

Este método pode ser expandido também para uma matriz tridimensional, mostrada na Figura 8, onde são considerados os recursos a serem utilizados em cada pacote de trabalho.

Figura 8 - Matriz de controle do projeto expandida

Fonte: Halpin e Woodhead (1997)

Tais autores indicam que uma estrutura de código de custo reflete a estrutura da matriz. Pode-se tomar como exemplo um código de 15 dígitos, que define as unidades de coleta de informação em termos de pacotes de trabalho e tipo de recurso. Recursos utilizados podem ser mostrados em termos de unidades monetárias, quantidades, homens-hora e horas de equipamento (por exemplo: fundações na construção de um hospital: código 121002). Se este trabalho está relacionado com o lançamento e vibração do concreto utilizando bombeamento, o código é expandido para incluir o código alfanumérico DF441 e o recurso (material) concreto tem o código 2121. Este código permite a coleta de dados de custo num nível bastante detalhado.

De acordo com Halpin e Woodhead (1997) este nível de refinamento na definição do trabalho é desejável para que se tenha um controle de custo e tempo bastante sensíveis às peculiaridades das tecnologias construtivas a serem utilizadas.

Em projetos grandes e complexos, como construções industriais, pode ser necessário o uso de códigos de custos que sejam o reflexo de informações adicionais, tais como destinação do projeto, ano de início, tipo do projeto; que podem resultar em um código longo e complexo, com mais de 10 dígitos. Por exemplo:

96 15 5 - 16 2 - 0210 - 6, onde:

96 – ano	2 - divisão funcional (área de fundação)
15- número de controle do projeto	0210 - classificação geral do trabalho (limpeza)
5 - tipo de empreendimento (estação de força)	6 - código de distribuição (equipamento)
16 - código de área (caldeira)	

Halpin e Woodhead (1997) ressaltam que uma grande concentração de informações pode ser obtida através de um “desenho” próprio de códigos de custo. Tais códigos são idealmente ajustados para o resgate dos dados, associação e montagem de relatórios com base em parâmetros selecionados (por ex. custo de todos os equipamentos de construção utilizados nas formas no projeto “10” que começou num dado ano).

Apesar de estar disponível, na literatura, a teoria sobre a decomposição de projetos e sua codificação, pouco se tem publicado mostrando aplicações práticas e exemplos a casos reais destas teorias. Neste sentido, pretende-se, na presente tese, partindo da estruturação mostrada neste tópico, fazer uma aplicação prática ao caso da decomposição de informações para elaboração de composições de custo para orçamentos de obras de edificações.

Partindo dos estudos de Halpin e Woodhead (1997) e Ahuja (1994), porém agora, aprofundando-se no sentido de ter uma proposta possível de ser aplicada a um caso real, faz-se necessário entender os conceitos básicos ligados aos sistemas utilizados para a organização do conhecimento, os quais estão sinteticamente apresentados em 4.3.

4.3 A classificação da informação e a estruturação das informações de orçamento

“Classificar não é construir uma teoria. A classificação sumaria e ordena o conhecimento existente. Mas, para classificar, é necessária a existência de teorias tão mais profundas quanto mais detalhada se pretenda a classificação, que representem o conhecimento das propriedades e características dos objetos que se pretende classificar. Para além deste conhecimento factual dos objetos é necessário definir com rigor o propósito da classificação, de modo que se possa,

por abstração, eliminar as propriedades que não são relevantes para a classificação e enumerar aquelas que permitem a distinção entre objetos.” (Monteiro, 1998)

Ainda segundo Monteiro (1998), classifica-se quando se organizam os objetos em classes. Uma classe é um conjunto de objetos associados por possuírem em comum um conjunto particular de propriedades, não havendo outros objetos que as possuam. Complementarmente, Amorin e Peixoto (2003) citam que as propriedades que determinam as classes em uma determinada área do conhecimento podem ser ordenadas por uma crescente especificação do geral para o particular; as propriedades de um renque superior são gerais e propriedades de patamares inferiores são específicas.

Dentre vários tipos de classificação, Monteiro (1998) destaca as seguintes:

- a) Classificações *especializadas* (se tiver por objetivo um assunto em particular) e *gerais* (se pretende cobrir o universo da informação).
- b) Classificações *analíticas*²⁰ (quando pretende sistematizar fenômenos físicos e providencia uma base para a sua explicação e entendimento) ou *documentais* (quando a sua utilização pressupõe a classificação de documentos ou outros tipos de informação, com o objetivo principal de facilitar a localização dessa informação).
- c) Classificações *enumerativas*²¹ (procura-se listar exaustivamente todas as subclasses, incluindo as compostas, diretamente relacionadas com a classe principal) e *por facetas* (procura-se criar subclasses a partir de um princípio simples e particular de divisão da classe principal e definem-se classes compostas por associação²² destas).

Algumas experiências de classificação na construção civil (MONTEIRO, 1998; AMORIN e PEIXOTO, 2003; TRISTÃO, 2005) têm mostrado que a classificação por facetas – ou facetada - é a mais indicada quando se trata do tipo de informação com a qual se trabalha nesta área do conhecimento. Mais informações sobre este tipo de classificação no APÊNDICE 10.

Além deste primeiro entendimento sobre sistema de classificação, foram buscados subsídios (padrões) para a classificação da informação voltados à Indústria da Construção, especialmente na literatura internacional²³, a fim de definir as classes que comporiam a

²⁰ Chamadas de científicas ou de taxonomias.

²¹ A classificação enumerativa é limitativa uma vez que coloca dificuldades à inserção de novos termos. A ordem é pré-definida para os termos em cada classe, apenas permite a introdução de novos termos de forma seqüencial

²² Naturalmente que é necessário definir a ordem pela qual as facetas são agrupadas, normalmente uma das características que se considera mais relevante, em absoluto ou relacionada com a abordagem que se pretende. A essa definição chama-se ordem de citação.

²³ Nacionalmente, não existe uma norma que padronize a classificação da informação na Indústria da Construção Civil ou mesmo, um sistema que tenha se consolidado. Existe sim, uma iniciativa de padronização, ainda em fase de testes, chamada CDCCon, a qual será descrita no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

classificação das informações de orçamento a ser proposta, os quais serão apresentados a seguir.

4.4 Padrões para estruturação da informação na construção

Tendo em vista a necessidade de ferramentas para classificar os tipos de projetos, os processos, as fases, os produtos, os equipamentos, os agentes e a necessidade de integração de documentos e sistemas de informação para dentro de um único sistema, muitas organizações do mundo têm tentado, com vários níveis de sucesso, endereçar as necessidades de gerenciamento da informação na indústria da construção. (Tristão, 2005)

Comenta-se, a seguir, alguns dos principais sistemas internacionais para classificação da informação na Construção Civil, quais sejam: as Normas Internacionais ISO TR 14177/1994 e ISO 12006-2, o Masterformat, o Uniformat, o OCCS, além do CDCON (Projeto de Pesquisa brasileiro voltado à codificação e classificação na Construção Civil).

4.4.1 ISO TR 14177:1994 – Classificação da Informação na Indústria da Construção Civil

O objetivo principal do relatório ISO TR 14177:1994 é fornecer as diretrizes melhoria do fluxo de informação durante todo o processo produtivo, através de diretrizes para a organização da informação. Esta norma define tabelas para classificação das informações ligadas à construção; um padrão de classificação a ser seguido tanto ao nível interno de cada país como nas relações entre agentes de países diferentes.

Neste documento, inicialmente, é feita uma análise das partes intervenientes do processo construtivo e do seu relacionamento, propondo uma classificação de classes e tabelas. Posteriormente é feita uma análise sumária do processo de padronização internacional, bem como é estabelecida uma ligação entre o modelo apresentado e os modelos de representação da realidade orientada por objetos e, por fim, são definidas as características e a forma de uso da classificação e das tabelas propostas.

Nesta Norma, são dadas diretrizes para fazer a interligação entre seis variáveis (instalações, espaços, elementos, serviços de construção, produtos de construção e recursos complementares) e o caminho pelo qual elas serão integradas. São definidos, em tal norma, o processo de construção, seus agentes e documentos, mostrados para todo ciclo de vida do empreendimento. Nesta Norma Internacional é mostrada também uma visão dinâmica da informação na construção. Modelos gráficos são apresentados a fim de visualizar os processos e os relacionamentos entre os diferentes tipos de informação.

Desta Norma, julga-se importante extrair, para o presente trabalho de tese, o diagrama que mostra os tipos de dados presentes num sistema de informação para suportar o processo de construção, apresentado na Figura 9. Observa-se neste diagrama que o desdobramento das informações de construção começam com uma análise do produto, seguem com uma análise do processo e finalizam adentrando no desdobramento dos recursos.

Figura 9 – Diagrama das informações de construção segundo a ISO TR 14177:1994

Fonte: ISO TR 14177:1994

As informações do diagrama da Figura 9 estão baseadas na idéia de que um espaço e suas partes pertencem a um objeto geral (produto) e, então, herdam as propriedades e funcionalidades desta classe mais geral (a qual é chamada, nesta norma, de “produto objeto” para evitar confusão com os produtos de construção). Um conjunto típico de agrupamento de atributos é conectado com o produto objeto; este “produto objeto” pode ser decomposto ou agregado em níveis mais altos ou mais baixos. As edificações e outros espaços podem ser decompostos em partes físicas e espaços do usuário, os quais são separados em classes de objetos. Os espaços do usuário podem ser também decompostos ou agregados em níveis mais altos ou mais baixos. As partes físicas são divididas em elementos e serviços. No diagrama, um serviço está ligado a elementos com um relacionamento de decomposição, mas se considerado mais apropriado, um serviço pode se referir a um conjunto de elementos. (ISO TR 14177:1994).

4.4.2 ISO/DIS 12006-2 – Organização da Informação sobre os Serviços de Construção – Estrutura para Classificação da Informação

Na Norma Internacional ISO/DIS 12006-2 está indicado, na introdução, que os trabalhos para a sua preparação têm por base o relatório ISO TR14177. No entanto, Monteiro (1998) considera-se que a evolução do primeiro para o segundo é muito significativa, uma vez que existe claramente na proposta da ISO/DIS 12006-2, uma influência muito nítida das linguagens de modelização da informação (na primeira, as tabelas propostas tinham mais a ver com aspectos particulares do processo construtivo do que com técnicas de modelização). Tal autor analisa que a nova metodologia, apesar de mais complexa, é mais rica em informação e muito mais profunda, que está especialmente adaptada aos meios informáticos atuais e às “linguagens orientadas por objetos²⁴”.

De acordo com esta Norma, as classificações mais amplamente usadas, até então, tinham como subdivisões os serviços e os elementos de construção, além de serem bastante variadas, não somente na sua itemização e estrutura, mas também na sua extensa gama de propósitos para os quais foram feitas. É citado, também no texto desta Norma, que existem outras subdivisões, potencialmente tão importantes quanto estas, as quais não têm sido usadas ainda com o mesmo nível de detalhamento, como, por exemplo, as características e propriedades dos produtos de construção. Desta forma, a ISO/DIS 12006-2 vem justamente a considerar estas últimas na estruturação da informação sobre construção.

A estrutura proposta na ISO/DIS 12006-2 é baseada no modelo de processo simples: *recursos* de construção são necessários ao *processo* de produção, tendo como saídas os *resultados* da construção. A partir deste modelo, uma estruturação geral é proposta, abarcando quatro classes: resultado da construção, processo de construção, recursos de construção e propriedades/características dos produtos de construção (neste caso, o termo “produtos de construção” se refere aos materiais e componentes e não à edificação).

No Quadro 7 está apresentado o conteúdo das classes propostas na Norma ISO/DIS 12006-2 e alguns exemplos ilustram o tipo de informação cabível em cada classe.

²⁴ A linguagem orientada a objetos permite que se “olhe” um objeto sob diferentes perspectivas.

Quadro 7 – Classes e conteúdo da classificação proposta na norma ISO 12006-2

Classe	Conteúdo		Exemplo
Resultados da construção	Entidade de construção		Por forma: edificação, túnel, ponte,... Por função: residência, escola, hospital,...
	Construção de complexos		Complexos de saúde públicos, complexos administrativos, complexos esportivos,....
	Parte da entidade de construção	Elemento	Paredes externas, fundações, telhado,...
		Resultado do trabalho	Armadura instalada, instalações provisórias construídas, alvenaria executada,...
		Elemento projetado	Parede de placa de gesso
	Espaço		Sala, corredor, átrio, piscina,...
Processo de construção	Processo de gerenciamento		
	Processo de trabalho (serviços)		Execução da armadura,colocação das formas, reparos no concreto.
	Ciclo de vida da entidade de construção		Concepção, projeto, produção, uso/manutenção, demolição,...
	Estágio do projeto		Um projeto de construção pode ser iniciado em quaisquer dos estágios do ciclo de vida de uma entidade da construção. Exemplo: na demolição de uma entidade de construção - o estagio do projeto poderá incluir documentação, concorrência e a demolição propriamente dita.
Recursos de construção	Produtos de construção (materiais e componentes)		Porta, janela, blocos, fôrmas permanentes, cabos elétricos
	Produtos de apoio		Formas temporárias, máquinas, ferramentas, energia elétrica,...
	Agente da construção		Armador, pedreiro, gerente de obra, arquiteto,...
	Informações de construção		Especificações, projetos, ...
Propriedades e características (<i>property/ characteristics</i>)	As propriedades podem ser usadas para subdividir as classes em níveis mais detalhados, para especificação de necessidades ou para organizar uma lista de propriedades. Todavia as propriedades são objetos (secundários) e precisam ser tratadas como uma classe especial a qual contempla resultados, processos e recursos.		Exemplos: Cor, resistência ao fogo, dimensões...

Fonte: ISO/DIS 12006-2

Estas classes abarcam todos os aspectos significantes do modelo. Na Figura 10 está mostrado de que forma eles estão relacionados.

Figura 10 - Classes da norma ISO/DIS 12006-2 e seus relacionamentos

Fonte: ISO/DIS 12006-2

As classes da ISO/DIS 12006-2 foram a base para a elaboração dos desdobramentos do produto, dos processos e dos recursos do presente trabalho de tese, conforme mostrado na etapa de “macroestrutura do Método”, item 6.2.

Alem dos padrões internacionais oriundos das normas ISO aqui citadas, outras formas de classificação das informações de construção são propostas por manuais de classificação comerciais bastante difundidos, como, por exemplo: o MasterFormat, o UniFormat e o OmniClass, apresentados, resumida e respectivamente, nos Apêndices: APÊNDICE 11, APÊNDICE 12, APÊNDICE 13. Nestes manuais, além de ser proposta uma forma de classificação dos assuntos de construção, existe uma associação a códigos, que representam tais classificações.

Para Amorin e Peixoto (2003), estabelecer códigos de referência para produtos e serviços reflete um modo de organizar os serviços e materiais (conforme observado nitidamente nos sistemas orçamentários e planos de conta); daí a relação usual entre classificação e codificação. O objetivo de qualquer sistema de codificação é possibilitar a caracterização

inequívoca de um produto ou conjunto de produtos, sejam materiais ou serviços, a partir de uma relação bem definida.

4.4.3 Organização da Informação sobre os Serviços de Construção no Brasil

No Brasil, não existe um sistema de codificação e classificação para os insumos e serviços da construção civil normalizado ou mesmo formalizado. Existem sim, algumas iniciativas²⁵ pontuais de padronização de títulos e códigos; dentre estas, pode-se citar a proposta por Tristão (2005) para produtos da Indústria Cerâmica, o caso da adaptação da codificação MasterFornat aos serviços constantes do TCPO 2003 (esta com foco orçamentário) e o CDCON²⁶ - Desenvolvimento de Terminologia e Codificação de Materiais Serviços para Construção, sendo que a mais abrangente delas é esta última.

De acordo com Amorim e Peixoto (2003), a estrutura de classificação de materiais, produtos e serviços da edificação, proposta pelo CDCON - ilustrada na Figura 11, articula algumas facetas já contidas na norma ISO TR 14177/1994, concentrando-se nas facetas: **Processo** (processos da construção); **Matéria** (materiais de construção); **Componente** (produtos para construção); e **Espaço** (espaços da construção).

De acordo com o relatório deste projeto, a faceta “uso” (tipologia da construção) não foi considerada importante para os propósitos da Codificação e Classificação de Produtos e Serviços, que tem como objetivo indexar todos os materiais, produtos e serviços da Construção com foco técnico-comercial. Poucos produtos para a construção são exclusivos de um tipo edifício e quando eles ocorrem, podem ser diferenciados em função de outros aspectos ou atributos.

²⁵ Alguns setores governamentais como secretarias e superintendências de obras públicas como a Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio (SEAP) e a Superintendência de Construções Administrativas da Bahia (SUCAB) têm seus sistemas de classificação de produtos, serviços e equipamentos com a finalidade de comprar, orçar e elaborar cadernos de encargos. Porém, como seu uso é restrito, esses sistemas não se estabelecem como uma referência nacional. (Tristão, 2005)

²⁶ O projeto CDCON foi aprovado, em novembro de 2000, pelas instituições FINEP/ MCT/ CNPq/ CAIXA, em edital do Programa de tecnologia de habitação (HABITARE), tendo como principal objetivo o desenvolvimento de terminologia e de um sistema de codificação de materiais e serviços para construção, no segmento edificações, para sua caracterização e exata conceituação; pretendia-se com este projeto, que os benefícios do sistema de codificação unificado se estendessem por todos os participantes da cadeia de produção do ambiente construído (FINEP, 2008). Trabalhavam no Projeto pesquisadores da Universidade Federal Fluminense (UFF), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Figura 11 – Objetos da produção do ambiente construído

Fonte: Relatório Parcial do CDCON (2003)

Na estrutura proposta percebe-se uma primeira divisão de 3 classes de objetos: aqueles que descrevem a construção em si, o ambiente construído; os relativos aos processos necessários para a sua produção, inclusive meios e agentes; e os produtos necessários para a realização da construção. Juntos eles compõe o universo da produção do ambiente construído, inclusive o seu resultado ou produto.

As facetas escolhidas para fazerem parte do sistema CDCON são as que estão mostradas no ANEXO 1.

Apesar de ter iniciado o esforço de pesquisa acadêmica no sentido da classificação, o projeto CDCON encontra-se, atualmente (2009), paralisado e sua estrutura não conseguiu atingir o mercado da construção como um todo ou mesmo tornar-se uma norma brasileira voltada á codificação e classificação.

A partir do estudado na revisão bibliográfica sobre estruturação da informação, mostrada anteriormente, julga-se importante conhecer como as informações estão estruturadas em alguns dos principais bancos de dados de orçamento disponíveis na literatura nacional e internacional.

4.5 Análise da estruturação da informação em alguns bancos de composições orçamentárias

Foram analisados os seguintes bancos de composições SINAPI (Caixa Econômica Federal), SIURB (Prefeitura de São Paulo), TCPO 2003 (Editora Pini) e o banco internacional de composições: RSMeans Building Construction Cost Data (2008).

Uma parte da análise se deu através de entrevista com profissionais elaboradores destes bancos (no caso específico do SINAPI) e outra parte, utilizada em todos os casos, se deu através de consulta a documentos (quais sejam os próprios bancos de composições) no formato impresso, ou disponíveis em meio eletrônico (arquivo) ou na Internet.

Aspectos sob os quais os bancos foram analisados:

- estruturação do banco de dados e agrupamento de composições;
- especificações de serviços e insumos, critérios de medição e equipes de produção e
- coeficientes de produtividade da mão-de-obra, de equipamentos e de consumo de materiais.

Observação: as composições analisadas foram somente àquelas referentes aos serviços em estudo nesta tese.

4.5.1 SINAPI/CEF

As composições pertencentes do banco de dados do SINAPI têm sua origem a partir de outros bancos de dados de composições, de acordo com entrevista com profissionais da CEF, especialmente de origem pública, como, por exemplo, oriundos: da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo), da COHAB (Companhia de Habitação) e da SANEAGO (Saneamento de Goiás). A escolha das composições a serem migradas para o banco de dados do SINAPI foi feita por alguns profissionais da CEF, embora, em alguns casos, estes não tivessem experiência neste assunto.

Algumas divisões e subdivisões da classificação foram predefinidas e, a partir delas, iam se classificando os demais serviços. Os insumos eram colocados em ordem alfabética²⁷. Posteriormente foram inseridos outros insumos sem alterações na numeração anterior, além de que, outros eram excluídos, o que levou a lacunas na numeração; ou seja, a numeração dos insumos não significa uma classificação.

Na ocasião do final do cadastramento de insumos haviam, aproximadamente 20.000 insumos cadastrados. Mais tarde, pesquisadores da COPPE revisaram os insumos, excluindo alguns,

²⁷ Os insumos mantêm a mesma codificação em todos os bancos regionais e banco nacional, porém a codificação dos serviços difere entre uma região e outra.

restando após tal trabalho, aproximadamente 12.000 insumos. Algum tempo depois, um grupo de profissionais da CEF foi incumbido de fazer mais uma triagem destes insumos, resultando, nos insumos que o banco dispõe atualmente, de 8.483 insumos, sendo 412 representantes (=número de famílias); 6.811 representados; 1.260 = auto-representativos. Esta classificação surgiu da necessidade de cotação de preços dos insumos por parte do IBGE, que coleta mensalmente os preços dos insumos representativos. Eventualmente, são redefinidos os insumos representativos²⁸ (que deve ser o mais usado da família), bem como os índices dos representados.

Na análise da estruturação das composições do SINAPI²⁹ observou-se que tanto os insumos quanto os serviços eram classificados em níveis, chamados de: classes, sub-classes, constituintes da composição e composições agregadas, muito embora, esta classificação não esteja refletida nos códigos a elas correspondentes. Vide exemplo abaixo:

ASTU = classe assentamento de tubos

0045 = sub-classe = “Ferro fundido com junta elástica”

00015332 = constituinte da composição = “Fornecimento e assentamento simples de tubos e peças de ferro fundido”

00015332-001 = composição agregada 1 = “Tubos e peças, junta elástica, diâmetro 200 mm”

Ou seja: o código “ASTU” não está presente na subclasse “ferro fundido com junta elástica” e, da mesma forma o código da subclasse 0045 não está contido no código do item a ele subordinado (constituente da composição). Já o código das composições agregadas possuem relação com o código de nível imediatamente acima.

De forma geral, observou-se que não existia uma classificação-padrão para organização das composições ou dos insumos no SINAPI (vide exemplo que segue).

PARE (Paredes e Painéis)

63 ALVENARIA DE TIJOLOS CERAMICOS

56595 ALVENARIA BLOCO CERAMICO ESTRUTURAL

00056595-001 ALVENARIA BLOCO CERAM ESTRUT 14X19X29 ARGAMASSA 1:3 CIMENTO E AREIA C/GROUT E ARMACAO

15817 ALVENARIA DE 1 VEZ DE TIJOLO CERAMICO FURADO

00015817-001 ALVENARIA 1 VEZ C/TIJOLO FURADO 10X20X20CM C/ARG. CIM/CAL/AREIA 1:2:8 JUNTAS 12MM, C/5% PERDAS TIJOLOS

E 00010410 ALVENARIA 1,0 VEZ C/TIJOLOS CERAMICOS FURADOS 10X20X20CM ASSENTES C/ARG. CIM/CAL/AREIA 1:2:8 JUNTAS 12MM (C/5% PERDAS TIJOLOS) – esta não contém insumos, possui coeficiente de consumo igual a 1 e chama outra composição

56593 ALVENARIA TIJOLO CERAMICO FURADO

00056593-001 ALVENARIA 10CM TIJ CER FURADO 10X20X20CM CIMENTO/SAIBRO 1:8

E 00008982 ARGAMASSA CIMENTO/SAIBRO 1:8 - PREPARO MANUAL – P : 0,011 m3/m2
I 00004750 PEDREIRO 1,5 Hh/m²

²⁸ Tomando como exemplo o aço em barras, que possui uma família de 16 tipos (diferentes diâmetros), o de 16mm é o representante.

²⁹ As análises aqui expostas referem-se às composições do “banco nacional” extraído do sistema da CEF em 26/12/2006

I 00006111 SERVENTE OU OPERARIO NAO QUALIFICADO 1,5 Hh/m²
 I 00007271 TIJOLO CERAMICO FURADO 8 FÜROS 10 X 20 X 20CM 46 unidades/m²
 15816 APERTO DE ALVENARIA C/ ARGAMASSA
 64 ALVENARIA DE ELEMENTOS VAZADOS CERAMICOS...
 66 ALVENARIA DE ELEMENTOS VAZADOS DE CONCRETO

Neste exemplo podem-se observar várias inconsistências em termos de classificação e codificação, quais sejam:

- a) o nível mais alto da classificação é dado através de letras (PARE), porém, estas não são levadas aos níveis inferiores de composição, o que seria adequado, para que o usuário, ao visualizar apenas o código, já saiba de que serviço se trata, o mesmo acontecendo com o nível abaixo deste (63, 64, 66);
- b) no nível que segue (63) tem-se alvenaria de tijolos cerâmicos e dentro desta classificação define-se que o bloco cerâmico é estrutural (56595), sendo que aqui observa-se 2 problemas de terminologia: tem-se um termo “bloco” subordinado à um “tijolo” do nível superior; o outro problema deveria ser primeiramente definido que se tratava de alvenaria estrutural, ainda no nível 63, para depois colocar o tipo de bloco para execução desta alvenaria (cerâmico ou de concreto) no nível 56595;
- c) em algumas composições, a perda de blocos é mostrada no título da composição e em outros casos não;
- d) no nível de classificação do item (15817) aparece que a alvenaria é de 1 vez (referindo-se à espessura da parede), contudo, no título equivalente (56593), a definição da espessura da parede não aparece
- e) quando se analisa a composição no nível dos insumos, também aparecem problemas de estruturação das informações: a composição 00015817-001 possui dentro dela uma outra composição fechada (de código E 00010410), com coeficiente de consumo igual a 1m²/m², o que está incoerente com a composição de mesmo nível 00056593-001 que já possui os insumos diretamente atrelados a este nível, sem a necessidade de chamar mais um “título” entre a composição e os insumos.

Este tipo de problema é encontrado, não somente nas composições de alvenaria, mas como de todos os outros serviços analisados (fôrmas, armação, concretagem, contrapiso, revestimentos com argamassa, cerâmicos e com gesso).

Quanto às especificações, o banco de composições do SINAPI traz informações gerais sobre os serviços, sendo que falta um detalhamento maior quanto à forma de execução e de medição dos mesmos.

Vide o exemplo que segue, para o serviço de fôrmas:

00056587-001 FORMA MADEIRA COMP RESINADA 12MM P/ESTRUTURA REAPROV 2 VEZES - CORTE/MONTAGEM/ESCORAMENTO/DESFORMA – M2

Insumo	unidade	coeficiente
AJUDANTE ESPECIALIZADO	H	1,35
CARPINTEIRO DE FORMA	H	1,35
CHAPA MADEIRA COMPENSADA RESINADA 2,2 X 1,1M X 12MM P/FORMA CONCRETO	Un	02645
PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA	M	3,00
PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	M	2,3
PREGO DE ACO 18 X 27	Kg	0,25
TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	2,40
AGENTE DE DESFORMA P/ CONCRETO TP DESMOL OTTO BAUMGART OU EQUIV	l	0,10

Apesar de explicitar que a composição contempla as atividades de corte, montagem, escoramento e desforma, não cita o processo executivo, o tipo de travamentos de pilares e vigas, escoramentos de vigas e lajes e vigamento a ser empregado nas lajes. Esta informação ajudaria a definir exatamente de qual serviço se trata, facilitando a cotação de preços de materiais e mão-de-obra para execução do mesmo. Quanto à unidade do serviço, cita simplesmente “m²” sem definir a qual metro quadrado que se refere; se de fôrma ou de piso.

Quanto aos insumos de mão-de-obra, não estão padronizadas as nomenclaturas dos profissionais; em algumas composições os ajudantes são citados como “ajudante especializado”, em outros casos simplesmente “ajudante”, ou “ajudante de carpinteiro” e em outras ainda “servente ou operário não qualificado”. Uma padronização neste sentido também é necessária para que o orçamento gerado a partir das composições possa ser útil na organização do trabalho e na formação das equipes que irão participar da execução, além disso, a partir da padronização seria possível obter facilmente a relevância do custo de cada profissional no custo total das obras.

Definições quanto às equipes de produção também não seguem um padrão, existem composições que contemplam, por exemplo, a mão-de-obra dos feitores ou encarregados gerais, como um insumo e outras; não os contemplam. Já quanto aos materiais, as especificações do SINAPI estão mais completas que os demais insumos.

O equipamento, às vezes figura das composições e em outros casos não, como no exemplo citado de fôrma, não existe a presença da composição de custo horário da serra e tampouco do nível.

Estas são questões importantes, pois influenciam diretamente no custo final calculado de um orçamento. Além disso, a inconsistência na classificação e problemas na definição do escopo de uma composição possibilita que usuários diferentes, apesar de tomarem o mesmo banco de dados de composições, possivelmente chegarão a diferentes valores quanto ao custo da obra

em função de existir a possibilidade de escolha de composições diferentes para um mesmo serviço.

4.5.2 SIURB / Prefeitura de São Paulo

Este conjunto de composições³⁰ é bastante organizado, não existem composições em duplicidade com diferentes insumos e coeficientes. O código dos serviços é composto por 3 níveis, separados por ponto, conforme o exemplo que segue, contendo alguns serviços mostrados de forma explodida e outros, fechada:

- 01.00.00 - SERVIÇOS PRELIMINARES
- 02.00.00 - FUNDAÇÕES
- 03.00.00 - ESTRUTURA
 - 03.01.00 - ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO - FORMA
 - 03.01.01 FORMA COMUM DE TÁBUAS DE PINUS – PLANA...
 - 03.01.20 FORMA DE TUBO DE PAPELÃO DIÂMETRO DE 350MM
 - 03.02.00 - ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO - ARMADURA
 - 03.02.04 ARMADURA EM AÇO CA-50 ...
 - 03.03.00 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO - CONCRETO
 - 03.03.05 CONCRETO FCK = 15,0MPA - VIRADO NA OBRA
- 04.00.00 VEDOS
- 05.00.00 IMPERMEABILIZAÇÕES
- 06.00.00 COBERTURAS
- 07.00.00 ESQUADRIAS DE MADEIRA
- 08.00.00 ESQUADRIAS METÁLICAS
- 09.00.00 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
- 10.00.00 INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS
- 11.00.00 REVESTIMENTOS
 - 11.01.00 REVESTIMENTO DE FORROS
 - 11.01.01 CHAPISCO COMUM - ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3
 - 11.02.00 REVESTIMENTO DE PAREDES INTERNAS
 - 11.03.00 REVESTIMENTO DE PAREDES EXTERNAS
 - 11.04.00 ARREMATES DE REVESTIMENTO
 - 11.50.00 DEMOLIÇÕES..
- 13.00.00 PISOS
- 14.00.00 VIDROS
- 15.00.00 PINTURA
- 16.00.00 (Vago)
- 17.00.00 SERVIÇOS COMPLEMENTARES
- 18.00.00 PAISAGISMO
- 19.00.00 (Vago)
- 20.00.00 SERVIÇOS TÉCNICOS

Nesta análise, observa-se uma ordem de codificação própria para as composições e poucas incoerências³¹ de classificação, a qual não segue qualquer formato-padrão de estruturação nacional ou internacional, porém, a busca por um serviço é fácil, pois as composições estão

³⁰ As análises foram feitas a partir de um banco de composições com data de janeiro de 2008.

³¹ Por exemplo: as classes 07.00.00 ESQUADRIAS DE MADEIRA e 08.00.00 ESQUADRIAS METÁLICAS, que poderiam estar dentro de um item só, chamado de “esquadrias” e o material de que são feitas seria a variável definidora do nível seguinte.

mostradas de acordo com a lógica da sequência de execução de obra. Contudo, podem existir dificuldades futuras quanto à inserção de novas composições, uma vez que existe uma estrutura sequencial rígida na classificação das composições.

Ao se analisar este banco de composições, observou-se que o detalhamento das composições se dá ao nível do serviço, não sendo apresentadas composições para tarefas ou subsistemas (por exemplo, para estrutura como um todo), impossibilitando um controle mais detalhado dos custos ao longo da execução.

4.5.3 TCPO

O TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) é um manual orçamentário brasileiro em que o usuário pode encontrar a quantidade de insumos necessária para executar uma unidade de serviço de obra (TCPO, 2003). Este manual orçamentário é editado pela Editora Pini, empresa direcionada a gerar informações para a área de construção civil.

As composições do TCPO³² estão estruturadas em quatro grupos de informações, quais sejam: 1) divisão, 2) tipo de item, 3) descrição genérica e 4) descrição detalhada, de acordo com o que está no Quadro 8.

Quadro 8 – Estruturação das composições do TCPO

Divisão		Tipo de item	Descrição Genérica	Descrição detalhada
01- Requisitos Gerais	10 – Produtos especiais	0 – mão-de-obra	Exemplo: Bloco estrutural cerâmico	Exemplo: Bloco de 14x19x39 cm
02 – Canteiro de obra e materiais básicos	11 – Equipamentos para fins especiais	1 – empreitada		
03- Concreto	12 - Mobiliário e decoração	2 – verba		
04- Vedações internas e externas	13 - Módulos e sistemas especiais de construção	3 – material		
05 – Materiais metálicos	14 - Sistemas de transporte	5 – equipamento aquisição		
06 – Madeiras e Plásticos	15 - Sistemas hidráulicos e mecânicos	6 – serviço (mat+mo)		
07 - Impermeabilização	16 - Sistemas elétricos e de comunicação	7 – equipamentos locação		
08 – Portas, janelas e vidros	17 a 21 - (Vago)	8 – serviços compostos		
09 - Acabamentos	22 - Maquinas, veículos e equipamentos	9 – custo horário equipamentos		

O primeiro nível da classificação possui internamente classes e subclasses, que foram criadas a partir do MasterFormat versão 1998. Segundo TCPO (2003), este padrão foi traduzido e adaptado à realidade brasileira, e é chamado de “Classificação Pini”. A seguir tem-se um exemplo de divisões e subdivisões presentes no nível 1 desta Classificação:

03 – CONCRETO

³²Os dados aqui analisados são provenientes da 12ª Edição do TCPO, do ano de 2003.

03110 – Fôrmas para concreto estrutural moldado in loco

03140 – Cimbramentos/Escoramentos

03210 – Armadura de aço

03210.8.1.3 – Armadura de aço para estruturas em geral, CA50 média, aço cortado e dobrado na obra.

03220 - Armadura em tela de aço

03310 – Concreto estrutural

Ao analisar tal classificação, pode-se perceber problemas semelhantes aos do MasterFormat (tabela-padrão em que a Classificação Pini está baseada), como: 1) a incoerência, em muitos casos, quanto à hierarquia dos serviços na classificação (por exemplo, o item cimbramentos e escoramentos fazem parte do sistema de formas e deveriam, portanto ser um nível de hierarquia mais baixa dentro das fôrmas e não de mesmo nível (o mesmo acontece com a armadura em tela de aço com relação às armaduras); 2) a dificuldade ao se alocar um determinado serviço dentro da classificação (pois pode ser alocado em vários lugares, o que dificulta a sua busca posterior) e 3) a reestruturação da classificação que necessita ser feita ao se inserir um novo item (possivelmente envolvendo a mudança de códigos ou inserção do serviço/insumo continuando a ordem seqüencial de códigos que nem sempre estarão próximos aos elementos com as mesmas características pré-existent no banco de dados).

Quanto ao agrupamento de composições, analisou-se que o manual apresenta composições separadamente no nível das tarefas e num nível mais elevado, do serviço para algumas das atividades de obra. Contudo, não se pode afirmar que a composição para todas as tarefas conjuntamente sejam resultantes do agrupamento das primeiras, por possuírem insumos distintos. Um exemplo pode ser apontado para o caso de fôrmas, onde as composições de pilar, viga, laje e escada apresentam o consumo de madeira serrada dado em metros cúbicos enquanto que a do serviço para “fôrmas como um todo” mostram o consumo de cada peça componente da forma (pontaletes, sarrafos e tábuas) separadamente.

Analisou-se também que a descrição dos serviços apresentam lacunas de informações, sendo que os insumos possuem uma especificação mais completa.

Postura interessante é observada quanto às informações complementares presente em cada composição: cada composição de serviço é acompanhada por quatro itens explicativos, quais sejam: 1) conteúdo do serviço, que contém informações sobre o que está sendo considerado na composição, 2) os critérios de medição, 3) o procedimento executivo e as 4) normas técnicas relativas ao serviço em questão. Esta postura fornece subsídios ao orçamentista para um melhor entendimento do que será executado, auxiliando, inclusive, no julgamento da adequação da composição ou não ao serviço que realmente será executado.

4.5.4 RSMeans Building Cost Data

O RSMeans³³ Building Construction Cost Data é um dos principais manuais de orçamento americano e atualmente encontra-se na sua 66ª edição (2008). Este manual é um produto da Reed Construction Data, uma empresa líder no fornecimento de soluções de informação para a indústria da construção civil americana. (BABBIT et al., 2008)

Este manual está dividido em 2 seções: a seção de preços unitários e a seção de “referência”. A seção de preços unitários está organizada de acordo com a nomenclatura e numeração (codificação) do sistema MasterFormat 2004, onde os dados de custo estão arranjados em 50 divisões. Já a seção de referência inclui informações sobre custos de locação de equipamentos, listagens com a formação das equipes de trabalho, coeficientes de custo históricos, coeficientes de custo por cidades, fatores locais, tabelas de referência, mudanças de escopo, custos por metro quadrado e uma lista de abreviaturas.

Os títulos e números das divisões foram dados de acordo com o MasterFormat 2004. Cada serviço possui um código de 12 dígitos. Vide exemplo abaixo para concreto feito em obra (03 30 53.40 3920):

No RSMeans são também mostrados, na composição, aspectos relativos ao produto (e não somente ao processo) que está sendo produzido. Por exemplo: na coluna 2 do Quadro 9 é mostrado o código R033053-50 que representa o local onde concreto é aplicado, qual seja: nas fundações de chaminés industriais.

Na “seção de referência”, ao final do manual, existe uma listagem contendo informações adicionais (ligadas aos códigos apresentados na coluna 2) sobre o tipo de serviço ou informações técnicas fundamentais a quem está orçando. No caso deste exemplo: uma tabela com tamanhos diferentes de chaminés.

³³ RSMeans – Robert Snow Means, o criador do manual de orçamentos.

Quadro 9 – Exemplo de composição e custo do manual RSMMeans

03 30 Concreto feito em obra											
03 30 53 – Concreto feito em obra misto											
03 30 53.40 Concreto feito in loco			Equipe	Produção diária	Horas de trabalho	Unidade	2008 “Bare Costs”				
							Material	Mão-de-obra	Equipamento	Total	Total incl. OeP
Coluna 1		Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
3920	18” x 9”, reforçado	R033053-50	C-14C	35	3.200	C.Y.	142	117	0,70	259, 7	340
...											

Observe-se que na coluna 1 do Quadro 9 está explicitada a descrição do serviço e na coluna 2, uma complementação detalhada deste serviço (através do seu código complementar). As colunas que seguem (de 3 a 11) dão as informações pertinentes aos serviços, sendo que cada linha corresponde a um serviço. As especificações de serviço são completas e a especificação dos materiais componentes do serviço não aparece de forma direta na composição, necessitando, também, a consulta em tabelas auxiliares.

A postura de incluir na composição informações relativas aos produtos, e não somente aos processos, é inovadora quando comparada com os manuais nacionais analisados, uma vez que a execução de um serviço em produtos diferentes implicam em diferentes indicadores de produtividade e consumo de materiais e, conseqüentemente, diferentes composições de custo.

4.5.5 Conclusões sobre as estruturas da informação na construção analisadas

A revisão bibliográfica mostrada neste capítulo apontou para a importância da classificação das informações no âmbito da construção civil, em especial, para a formação do escopo e para possibilitar a integração das informações que compõem um projeto.

Sinteticamente foram mostrados os tipos de classificação principais para a sistematização das informações e as Normas Internacionais para classificação da informação na construção. Uma busca por padrões nacionais foi feita, chegando-se à conclusão de que existe a necessidade de estudos mais aprofundados neste sentido.

Com relação às informações de orçamento, especificamente, existe uma lacuna tanto ao nível nacional quanto ao internacional com relação à padrões para organizar tais informações.

Nesta busca bibliográfica, o trabalho de Halpin e Woodhead (1997) foi o ponto de partida para gerar o tipo de estruturação das informações a ser proposto nesta tese, isto por que, através da matriz tridimensional (Figura 8) proposta por tais autores, vislumbrou-se possível atender ao objetivo de elaborar composições interligadas, que pudessem ser “olhadas” sob vários aspectos e ser utilizadas com distintos níveis de detalhamento.

A escolha dos aspectos mais relevantes para a formação de uma composição surgiu da estrutura proposta na ISO/DIS 12006-2 (1998), sendo que os aspectos escolhidos para o presente trabalho foram: o produto (edificação), os processos (formas de execução) e os recursos (materiais, mão-de-obra e equipamentos).

Ambos os documentos produzidos pela ISO, citados no texto, não definem uma estrutura de classificação a ser utilizada em termos concretos. Sugerem, contudo, que é necessário basear as novas classificações a serem feitas em cada país em conceitos teóricos adequados, que sejam coerentes com o desenvolvimento internacional das tabelas principais, dadas pela ISO.

As demais padronizações analisadas (OmniClass, Uniclass, MasterFormat e UniFormat) serviram como ilustração para o tipo de classificação que seria possível de ser desenvolvida, embora suas estruturas não tenham sido propriamente utilizadas na proposta de classificação desenvolvida no método. Ao se analisar as classes e subclasses do MasterFormat e do UniFormat observa-se que estas classificações são do tipo: especializadas (pois tratam das atividades de construção), documentais (pois a classificação da informação objetiva facilitar a localização dessa informação) e enumerativa (pois lista todas as subclasses diretamente relacionadas com a classe principal sem a associação entre classes para a formação de classes compostas). Suas notações (codificações) são simples e intuitivas, pois não possuem uma lógica rígida pra sua formação. Por outro lado, observou-se, nestas duas classificações, a dificuldade em acrescentar novas atividades de construção, obrigando a uma revisão regular e geral da classificação. Já a classificação OmniClass é muito complexa, composta por muitas facetas, algumas delas não tão relevantes, tornando complicada a criação da estrutura de códigos, alguns deles desnecessários à orçamentação.

Nos bancos de composições analisados (SINAPI, SIUrb, TCPO, RSMeans), levantaram-se alguns problemas como estruturas de classificações deficientes, ou, em alguns casos até inexistentes; especificações de serviços e insumos incompletas, falta da definição de uma terminologia padrão; lógica de agrupamento de composições não explícita ou não existente.

Diante de tais constatações, julga-se necessário uma reestruturação das composições a fim de adequá-las as novas posturas adotadas, facilitando a busca de serviços e insumos no sistema e fornecendo uma padronização para inserção futura de novos elementos no sistema por parte de seus usuários.

Entende-se, a partir de tais classificações e das características das informações com que se trabalha no ambiente da orçamentação, que a classificação da informação a ser proposta nesta tese seja do tipo:

- *especializada* - por tratar de um assunto em particular: a construção de edificações;
- *analítica* - pois representa uma realidade que é a construção em geral e permite, pelo sistema de classificação, a representação e o entendimento cada vez mais detalhado dos componentes da construção; além de utilizar o conhecimento mais pormenorizado dos seus produtos, processos de construção e dos recursos utilizados;
- *por facetas* - contendo classes, sem hierarquia dentre estas, privilegiando a flexibilidade e a hospitalidade (inserção de novos produtos, processos e recursos, ou mesmo de outras classes, sem necessitar a revisão geral da classificação) em detrimento da característica de propiciar a memorização dos códigos.

Embora não seja objetivo deste trabalho o aprofundamento do tema “classificação das informações de construção” julgou-se importante um breve relato a este respeito para se poder propor uma estrutura de composições coerente com os padrões normalizados e usualmente utilizados.

Salienta-se, contudo, que não se adentrou na proposição de uma codificação para tal estrutura, uma vez que se entende que depois de organizada e classificada a informação, a sua codificação será um espelho desta classificação, podendo ser atribuída facilmente por seus usuários ou mesmo por programas computacionais com este fim.

Uma estrutura para classificação das informações faz parte do Método proposto na presente tese, item 6.2.

5 INFORMAÇÕES DE ENTRADA DO PROCESSO ORÇAMENTÁRIO

As entradas do processo orçamentário são constituídas pelos seguintes elementos:

- quantitativos levantados em projetos;
- indicadores de consumo dos insumos (produtividade da mão-de-obra, consumo de materiais e produtividade dos equipamentos);
- preço unitário dos insumos.

A seguir têm-se panorama de como os dois primeiros elementos são estudados pela literatura nacional e internacional e como serão abordados nesta tese. Já o preço dos insumos não será objeto desta tese.

5.1 Quantitativos de projeto

Levantar as quantidades de serviço nos projetos é uma das principais etapas do prognóstico de custos de uma obra. É também, segundo Davis e Baccarini (2004), o aspecto a mais mal entendido nos contratos de construção atualmente. O debate sobre seu uso, benefícios e problemas também vem de longa data e gera pontos de vista fortemente opostos, conforme é relatado por eles. Davis e Baccarini (2004) apontam para dois usos fundamentais dos levantamentos de quantitativos:

- No pré-contrato: os levantamentos de quantitativos auxiliam aos contratantes na elaboração de suas concorrências; os serviços de obra presentes no contrato são listados de uma maneira formal, detalhada, estruturada para a concorrência (AIQS (1997) *apud* Davis e Baccarini (2004)).
- No pós-contrato: o levantamento de quantitativos ajuda a contratantes e a orçamentistas nas medições de serviço para liberação dos pagamentos de acordo com o andamento das atividades e fornece, ainda, uma estrutura financeira para a administração do contrato (AIQS (1997) *apud* Davis e Baccarini (2004)).

No Brasil, de forma geral, os levantamentos de quantitativos são tradicionalmente elaborados pelos orçamentistas ou pelo próprio projetista que elaborou o projeto e que, freqüentemente, entregam ao cliente (construtora, contratantes, incorporadoras) um relatório³⁴ gerado automaticamente pelo sistema computacional utilizado para elaboração do projeto. Contudo, nem sempre está claro para os usuários do orçamento o que realmente está sendo considerado

³⁴ Esta postura foi confirmada pela autora nos estudos exploratórios em empresas construtoras e incorporadoras da cidade de São Paulo.

nestes quantitativos; por exemplo: se estão contemplando perdas e requadros ou não; áreas líquidas ou brutas.

Muitas são as dúvidas ao se levantarem os quantitativos especialmente, nos casos em que é feito por profissionais inexperientes. A falta de padronização no levantamento dos quantitativos em projeto pode ser apontada como uma das fontes de imprecisão no custo final do orçamento, além do desconhecimento sobre a relação indispensável entre o coeficiente de consumo da composição de custo e o respectivo critério de medição.

De acordo com Carvalho (2004), as diferenças de critérios de medição adotados não dizem respeito só à má comunicação entre os diversos agentes envolvidos na obra, já que muitas vezes são inadequados para os diferentes fins de quantificação, como nos casos de estimativa do custo total da obra, pagamento de mão-de-obra e cálculo da quantidade de material. Tal autor acrescenta que no Brasil, pela ausência de uma norma que padronize os critérios de medição, esse tipo de problema ainda é bastante comum.

Na literatura internacional, uma das publicações mais conhecidas que padroniza os levantamentos de quantitativos é o SMM7 (Standard Measurement Method 7th Edition, 1998), da Royal Institution of Chartered Surveyors – RICS³⁵, além do Australian Standard Method of Measurement of Building Works (1990), da Australian Institute of Quantity Surveyors. O propósito de ambos os documentos é fornecer uma base uniforme para a medição dos serviços de construção.

No Brasil, um dos principais manuais de orçamentação, o TCPO (2003) da Editora Pini define, junto de cada composição de custo, o seu critério de medição em obra, contudo, o critério é aplicado tanto sobre a mão-de-obra quanto sobre o material, o que implica em um erro, caso as quantidades de material presentes na composição não tenham sido diminuídas no percentual usual de vãos das edificações. Exemplificando: seja para as alvenarias ou para os revestimentos, tal manual aconselha que sejam descontados no quantitativo somente os vãos que excederem a $2m^2$, o que tem sentido, uma vez que o esforço para fazer os requadros menores seria equivalente ao esforço de execução para elevar alvenaria ou revestir a área do vão. Contudo, a quantidade de blocos ou argamassas estará em excesso no orçamento e estes insumos serão comprados pela empresa construtora, gerando assim, uma perda de material já na concepção do orçamento. Esta prática inclusive dificulta o levantamento das perdas reais

³⁵ A RICS - é uma associação independente e reguladora de profissionais que trabalham na área de engenharia, em especial, das áreas ligadas a levantamentos, os quais são chamados de “*surveyors*”. Sua fundação data do ano de 1868 no Reino Unido e hoje possui profissionais por ela licenciados que atuam no mundo todo. Sua tarefa principal tem sido manter e regular padrões, bem como emitir pareceres imparciais aos governos dos países onde atuam. Informações extraídas de: <http://www.rics.org/> . Acesso em 27/06/08.

em obra, uma vez que a quantidade consumida efetivamente será comparada a uma quantidade teórica já majorada.

A presente tese fornece subsídios para a elaboração de levantamentos de quantitativos coerentes com os indicadores a serem propostos, os quais estão apresentados no item 6.3.1.

5.2 Produtividade da mão-de-obra

O entendimento da produtividade da mão-de-obra é vital na execução do prognóstico de custos de obra e, como tal, vem despertando o interesse de pesquisadores nacionais e internacionais já há, pelo menos, 4 décadas. Ao nível internacional, destacam-se os seguintes autores sobre o tema produtividade: Bishop, Bromilow, Cheetham, Clapp, Fleming, Forbes, Gates, Handa, Halpin, Hinze, Laufer, Lemessany, Maloney, Olomolaiye, Sanders, Sanvido, Skoyles, Thomas, Tucker, Valling, Verschuren, Woodhead.

No Brasil, os estudos de produtividade vieram a se intensificar na década de 90, onde os grupos de gestão/gerenciamento de obras das Universidades Brasileiras vieram a se consolidar. Nesta década os principais simpósios sobre gestão na construção foram criados e os trabalhos acadêmicos ganharam maior visibilidade; dentro e fora da academia, expandindo-se para a aplicação prática dos conceitos relacionados ao prognóstico e controle da produtividade nas empresas construtoras.

A Escola Politécnica da USP é uma das principais³⁶ instituições brasileiras a pesquisar sobre o assunto produtividade, sendo que o presente trabalho de tese se integra a outros já desenvolvidos no âmbito do Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios (GEPE-TGP), mais especificamente, na linha de pesquisa sobre gestão do consumo de recursos físicos, a medida que pretende congrega e organizar estudos de produtividade anteriores visando a elaboração de composições de custo e suas aplicações no orçamento.

Os trabalhos anteriores do grupo, de forma geral, visavam diagnosticar as obras quanto à utilização da mão-de-obra, materiais e equipamentos nos canteiros. Isto ocorria, predominantemente, através da compilação de dados e seu processamento visando a geração de ferramentas matemáticas para se proceder a previsão de indicadores de produtividade (SOUZA, 1996; CARRARO, 1998; PALIARI, 1999; ARAÚJO, 2000; OBATA, 2000; FREIRE, 2001; LIBRAIS, 2001; MAEDA, 2002). Mais recentemente o foco tem sido em facilitar as decisões de gestão com base em tais indicadores, como por exemplo: subsidiar

³⁶ Ao lado de outras instituições como: Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

uma melhor organização do trabalho (ARAÚJO, 2005), melhor orçamentação, maior operacionalização do planejamento (FACHINI, 2005), diretrizes para racionalizar os projetos (INOUE, 2008 e SALIM NETO, 2009).

Na medida em que tais estudos mostraram que as produtividades são muito variáveis, os autores citados procuraram por um modelo que os ajudasse a entender as razões que levaram a tais variações, em geral optando pelo “Modelo dos Fatores” proposto por Thomas e Yiakoumis (1987). Tal modelo assumia a existência de uma condição padrão de trabalho, sob a qual, a produtividade diária era a de referência. Variações no conteúdo ou no contexto do trabalho faziam a produtividade real variar em relação à de referência (SOUZA, 1996). Sendo que:

- variações no conteúdo do trabalho: dizem respeito ao trabalho que precisa ser feito e abrange os componentes físicos do trabalho, especificações exigidas e detalhes de projeto dentre outros;
- variações no contexto do trabalho: estão relacionadas ao ambiente de trabalho e como ele é organizado e gerenciado, incluindo, também, condições atmosféricas, disponibilidade de materiais e equipamentos, sequência de trabalho, etc.

Tais variações podem ser quantitativas, sendo avaliados através de mensurações de sua intensidade (por exemplo: a temperatura, mensurada em graus Celsius; a seção dos pilares a serem concretados, medido em m²), ou qualitativas, em relação aos quais se faz uma simples constatação quanto à sua presença ou não (exemplo: uso de bomba de concretagem ou não; uso predominante de tirantes externos para fôrmas de pilares ou não).

Há que se indicar, ainda, que existem algumas ocorrências, às vezes associadas ao conteúdo, mas normalmente relacionadas ao contexto, que, em função da sua intensidade, provocam grandes distúrbios na produtividade. Tais ocorrências são denominadas anormalidades (SOUZA, 1996). São exemplos de anormalidades: a quebra de uma grua, responsável pelo transporte de grandes painéis de fôrmas, no início da jornada de trabalho; chuva torrencial durante a execução de revestimento de fachada; entre outros.

Em termos de uma abordagem física, a produtividade da mão-de-obra pode ser considerada como a eficiência na transformação de esforço humano em serviços de construção (SOUZA, 1996). Em face da importância do estudo da produtividade da mão-de-obra, há que se discutir como proceder à avaliação da mesma. Uma das grandes dificuldades quando se estuda a produtividade diz respeito à não existência de uma padronização quanto à mensuração da produtividade, sendo necessário, portanto, que algumas regras sejam estabelecidas para que não se meçam produtividades com métodos e considerações distintos para uma mesma

situação, para tanto, sugere-se a utilização do indicador chamado Razão Unitária de Produção (RUP).

O termo RUP foi estabelecido por Souza (1996) e é o indicador que representa a produtividade. De acordo com tal autor a RUP é a razão da quantidade de recursos consumidos na execução de uma unidade de serviço; em outras palavras, a RUP relaciona o esforço humano, mensurado em Homens-hora (Hh) - termo vindo do inglês “Men hour” (Mh) - com as quantidades de serviço realizado:

$$RUP = \frac{Hh}{\text{Quantidade de serviço}} \quad (\text{eq. 5.1})$$

Ressalte-se que, por esta definição, um valor alto de RUP indica produtividade pior que um valor baixo.

Souza (1996) indica ainda, que, uma vez que se pretenda padronizar a avaliação da RUP, há que se padronizarem três aspectos:

- a quantificação dos Homens-hora;
- a quantificação do serviço;
- a definição do período de tempo ao qual as mensurações de entrada e saída se referem.

5.2.1 Quantificação dos Homens-hora

A mensuração do esforço humano passa pela apropriação dos Homens(H)-hora(h) demandados. Embora, como regra geral, se obtenha o número de Hh como fruto da simples multiplicação do número de homens presentes pelo tempo de duração do seu trabalho, algumas considerações devem ser feitas para se evitar divergências.

O primeiro passo, então, é levantar os tipos de profissionais presentes na obra e classificá-los de acordo com alguns critérios. O Quadro 10 apresenta uma proposta de classificação.

Quadro 10-Classificação dos trabalhadores envolvidos na execução de uma obra de construção.

Profissionais envolvidos na GESTÃO	Profissionais envolvidos na PRODUÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> • responsável pela obra • mestre • encarregados • estagiários • almoxarife • apontador 	nível hierárquico	• oficial / qualificado
		• meio-oficial
		• ajudante / servente / não qualificado / aprendiz
	especialização	<ul style="list-style-type: none"> • pedreiro • carpinteiro • encanador • azulejista • etc

	serviço	<ul style="list-style-type: none"> • fôrmas • armação • concretagem • alvenaria • revestimento de paredes internas com argamassa • revestimento cerâmico de piso • etc.
	parte do fluxograma dos processos	<ul style="list-style-type: none"> • recebimento • estocagem • movimentação • processamento intermediário • processamento final
	organização	<ul style="list-style-type: none"> • série • paralelo • em grupo • relação oficial:ajudante

Já na Figura 12 estão mostradas diferentes possibilidades quanto à caracterização da mão-de-obra envolvida, hierarquicamente abaixo de quaisquer encarregados que não executem pessoalmente o serviço. Note-se que existem oficiais diretamente envolvidos na produção final do serviço, ajudantes que os auxiliam diretamente e operários que dão apoio mais à distância com relação ao grupo direto.

Figura 12 - Diferentes abordagens quanto à mão-de-obra contemplada

Fonte: Silva (2003)

Para fins do estudo da produtividade física da mão-de-obra de produção, em um determinado serviço, interessa detectar quem está alocado ao serviço, se está envolvido no objetivo-fim (por exemplo, vibrar o concreto) ou em atividades-meio (por exemplo, preparar a argamassa

na obra). Criam-se, portanto, algumas possibilidades para a definição da mão-de-obra contemplada³⁷; são elas:

- oficiais: quando somente se consideram os oficiais diretamente envolvidos;
- equipe direta: quando se acrescentam os ajudantes diretos ao grupo dos oficiais;
- equipe de apoio: refere-se à mão-de-obra que prepara os insumos, em geral numa central de produção;
- equipe global: quando o esforço de apoio é acrescido ao da mão-de-obra direta.

Os ajudantes podem ainda ser: exclusivos de ou dedicados a um único serviço; compartilhados por mais de um serviço; envolvidos em serviços gerais da obra.

No que diz respeito ao tempo de dedicação, os trabalhos do grupo de pesquisa em geral consideram as horas disponíveis para o trabalho, apropriando-se o tempo total que o operário está presente no canteiro e pronto para trabalhar. Não são, portanto, descontadas horas de paralisação; não se adota a postura de computar apenas os tempos produtivos e também não se consideram as horas prêmio recebidas sem que o operário as tivesse realmente trabalhado.

5.2.2 Quantificação do serviço executado

O serviço executado em obra pode ser quantificado através de diferentes posturas, quais sejam: a) mensurar a área líquida executada, ou seja, contemplando a área fisicamente gerada ou b) adicionar à área líquida uma quantidade de serviço relativa a dificuldade de execução (por exemplo, no caso da alvenaria, as quantidades mensuradas para fins de pagamentos de subempreiteiros consideram pequenos vãos existentes na parede como se fossem fechados), o que é chamado de área bruta.

As unidades e regras para mensuração *in loco* variam de serviço para serviço, mas devem estar de acordo com o contrato e com o que foi estabelecido no orçamento antes da obra iniciar. Assim como, ao fazer o levantamento de produtividade, deve estar explícito a qual das quantidades de serviço o levantamento se refere.

5.2.3 Período de tempo ao qual as mensurações se referem

Podem-se definir, ainda, diferentes períodos de tempo aos quais se associam as mensurações de homens-hora e quantidades de serviço. Souza (1996) define os seguintes períodos:

- o dia de trabalho, quando, a cada dia útil de serviço, mede-se entradas e saídas, calculando-se a RUP que, neste caso, será denominada RUP diária (RUP_d);

³⁷ Definições quanto a mão-de-obra contemplada: oriunda dos trabalhos Souza (2001) e Silva (2003).

- um período acumulado, quando as quantidades de entradas e saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação; neste caso, tem-se a RUP cumulativa (RUP_{cum});
- um ciclo do serviço, adotado quando o serviço possui ciclos bem definidos, como é o caso das fôrmas para andaes repetitivos de prédios de múltiplos pavimentos, quando o ciclo representaria todo o período de tempo envolvido na produção das fôrmas de um pavimento; neste caso, tem-se a RUP cíclica (RUP_{cic}).

Além das RUP diária, cumulativa e cíclica, define-se, ainda, a RUP potencial (RUP_{pot}), que é um valor de RUP diária associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP diária detectados. Matematicamente a RUP potencial é calculada como o valor da mediana das RUP_d inferiores ao valor da RUP_{cum} ao final do período de estudo.

5.2.4 A escolha do indicador de produtividade

Tendo-se por base as inúmeras possibilidades de geração de indicadores a partir da teoria apresentada nos itens anteriores, faz-se necessário mostrar como alguns autores procederam para fazer a escolha do indicador.

Partindo-se do caso mais geral para o mais detalhado, pode-se gerar o indicador por meio de: adoção de indicador presente em manual de orçamentação, escolha utilizando do indicador usando faixas de valores ou através do cálculo do indicador utilizando equações.

Os indicadores presentes nas composições dos manuais orçamentários (e softwares de orçamento) são valores médios de mercado, em geral de fácil utilização, pois as composições são determinísticas. Estas composições levam em conta alguns, mas não muitos fatores de conteúdo que influenciam a produtividade e praticamente não se consideram os fatores de contexto.

Já a escolha do indicador através de faixas de produtividade (produtividade variável) proposta por Souza *et al.* (2003) está baseada na idéia de que, em se entendendo os fatores que fazem a produtividade variar em uma obra, é possível trabalhar não mais somente com um valor médio para o indicador, mas sim com a percepção da possível variação dos valores associada aos fatores que a determinam (a Figura 13 ilustra esta idéia).

Na “régua” de produtividade são indicados os valores máximo e mínimo - definindo-se, assim, a amplitude da faixa ilustrativa dos valores esperados, bem como o valor mediano, que determina o centro da distribuição. Souza *et al* (2003) citam que ao se acrescentar à faixa de variação de produtividade os fatores de conteúdo e de contexto que induzem a ocorrência de

uma tendência em direção aos dois extremos opostos, reforça-se o valor desta “régua” no combate a todas as críticas citadas com relação à postura convencional (referindo-se ao indicador médio proposto nos manuais de orçamentação).

Figura 13 – Ilustração da idéia da “Produtividade Variável”

Fonte: Souza et al (2003)

Em suma, a produtividade variável associa os indicadores de produtividade (mínimo, mediano e máximo) a uma série de fatores que o fazem variar, deixando a cargo do orçamentista, a escolha da situação que melhor representa a obra em questão. Em suma, como vantagens no prognóstico de indicadores utilizando as régua de produtividade, tem-se a facilidade de utilização e uma precisão maior que a postura tradicional. Por outro lado, esta postura apresenta as desvantagens de: ser menos precisa que as equações paramétricas, envolver uma parcela de subjetividade na escolha do indicador e a dificuldade de inserção deste conceito em sistemas computacionais.

É possível, ainda, se prognosticar o indicador a ser usado na composição, através o cálculo com equações paramétricas, como as propostas por Araújo e Souza (2001). Tais equações têm como variável independente a produtividade (RUP) e como variáveis dependentes os fatores influenciadores (quantitativos ou qualitativos, aos quais é atribuído um valor). A utilização de equações proporciona uma maior precisão ao prognóstico, pois os indicadores refletem melhor a realidade da obra, porém, como desvantagens, têm-se: a dificuldade de utilização e entendimento das expressões e a necessidade de disponibilização de informações mais detalhadas sobre o produto a ser executado.

O trabalho de Souza et al. (2005) comprovou a hipótese de que o prognóstico de produtividade gerado a partir de equações proporciona uma produtividade mais próxima da ocorrida em obra do que os outros métodos. Tal trabalho mostrou que o indicador dos manuais de orçamentação foram os mais distantes do real. Contudo, tais autores aconselharam o uso do indicador utilizando a régua de produtividade por que, apesar de não proporcionar

uma precisão como o das equações, chegou a um indicador também próximo do real, apresenta uma maior facilidade de uso (avaliada por parte dos gestores das obras).

5.3 Consumo de materiais

O entendimento do consumo unitário de materiais é análogo ao da produtividade da mão-de-obra, está associado a entender-se a eficiência em se transformar o recurso físico material em produtos de construção. Embora este indicador seja utilizado em construção, existe um outro indicador, o de perdas, que é bastante popular nas avaliações do desempenho quanto ao uso de materiais na produção de edifícios.

Perda é um conceito relativo, que demanda, para sua definição, o prévio estabelecimento de um referencial teórico de perda zero, associado a um consumo denominado teoricamente necessário. O *indicador de perdas* é normalmente utilizado para os casos onde é simples estabelecer-se o consumo teoricamente necessário (por exemplo, no caso da utilização de concreto para a confecção de uma estrutura de edifício), enquanto o *indicador de consumo* é mais adotado nos casos onde tal referencial é mais discutível (por exemplo, no caso do consumo de argamassa para o assentamento de alvenaria).

Uma vez completamente especificado o serviço, o indicador de consumo estaria estabelecido se não houvessem perdas ou sobreconsumos. Tais perdas não são desprezíveis, podendo representar, em massa, por volta de 20% dos materiais teoricamente necessários para se construir o edifício, de acordo com Souza (2001).

Portanto, as perdas de materiais, dentro do processo de produção, podem ocorrer nos seguintes momentos: concepção, durante a execução e na utilização. Neste trabalho serão consideradas, nos coeficientes de consumo das composições, as perdas referentes à execução. As etapas da execução estão mostradas em destaque na Figura 14: recebimento, estocagem, processamento intermediário, processamento final e no transporte entre estas.

Figura 14 – Fluxograma dos processos envolvidos na transformação dos materiais.

Pode-se citar alguns exemplos de perdas em cada etapa: no recebimento: quebra de blocos, sobra de concreto usinado no caminhão-betoneira, areia entregue na quantidade inferior à solicitada; na estocagem: telhas/blocos/tijolos quebrados; no processamento intermediário: consumo de cal superior ao especificado ou previsto; consumo de cimento superior ao especificado ou previsto; sobras de argamassa no final do dia; sobras de corte de barras de aço; no processamento final: concreto usinado incorporado em excesso na estrutura (espessura de laje superior à especificada); entulho de gesso; argamassa incorporada em excesso na parede; entulho de argamassa. No transporte: entulho de concreto usinado; entulho de argamassa produzida em obra.

As perdas podem se apresentar na forma de entulho, ou por materiais adicionalmente e desnecessariamente incorporados à construção ou, ainda, serem frutos de roubo.

No primeiro caso, os materiais perdidos tornam-se lixo a ser retirado do processo; no segundo, tem-se um lixo “que fica”, na medida em que o material adicional incorporado não era previsto pelo projeto; no terceiro caso, o material é perdido por motivos alheios às atividades de produção.

Sendo um indicador de produtividade, o consumo é determinado pela relação entre as entradas demandadas, no caso, a quantidade de materiais utilizados, e a quantidade de produto/serviço realizado (saídas). O consumo unitário de materiais (CUM) é dado pela seguinte equação:

$$CUM = \frac{QMU}{QS} \quad (\text{eq. 5.2})$$

onde:

CUM = indicador de consumo unitário de materiais;

QMU = quantidade de material utilizado;

QS = quantidade de serviço realizado.

Considerando-se que a quantidade de material utilizado pode ser subdividida em uma parcela teoricamente necessária e outra representando um sobreconsumo, pode-se reexpressar o indicador de consumo da seguinte maneira:

$$CUM = CUM_{tx} \left(1 + \frac{IP}{100} \right) \quad (\text{eq. 5.3})$$

onde:

IP = indicador de perdas (em %)

CUM_t = indicador de consumo unitário teórico

Portanto, o indicador de consumo é calculado através de uma composição do consumo teórico, que depende da concepção do produto e do processo, com as perdas, que estão associadas à produção.

Os indicadores de consumo unitário e de perdas são normalmente obtidos a partir de um processo de contabilização, onde se faz um balanço líquido dos materiais que adentraram o processo produtivo e compara-se tal quantidade com aquela que realmente foi utilizada proveitosamente nos serviços executados no mesmo período, além de se avaliar a quantidade de serviço realizado no período, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – Cálculo do consumo unitário ou das perdas através de um balanço contábil durante um período de tempo.

Fonte: Souza (2001)

5.4 Eficiência no uso dos equipamentos

Os equipamentos podem ser de diferentes naturezas, cabendo classificações variadas para a inserção do esforço relativo aos mesmos nas composições de custo. O ônus relativo ao seu uso deve distinguir vários aspectos, tais como a percepção de existência de momentos de efetivo uso e outros de ociosidade. Em termos da alocação e mensuração da participação do equipamento numa determinada composição unitária, vale a pena, inicialmente, distinguir as possibilidades:

- quanto à propriedade: serem de uso pessoal ou coletivo ou serem locados ou próprios;

- quanto ao compartilhamento na empresa: alocados a uma obra ou a várias;
- quanto ao compartilhamento dentro da obra: alocados a um único serviço ou mais de um ou de uso geral da obra.

Adotando-se um ou outro caso acima descrito, a formação do seu custo horário se dá de maneiras diferentes. Por exemplo: no caso de equipamentos próprios é necessário levar em conta custos como os de manutenção e remuneração do capital investido; no locados, estes custos já estão embutidos no valor pago pela locação do equipamento.

Além disso, condições específicas de uso de um equipamento, provenientes de circunstâncias locais, tais como topografia, tipo de solo e características do serviço, podem aumentar ou diminuir o custo final no uso do equipamento.

Embora não seja objetivo desta tese adentrar a questão dos preços dos insumos, neste caso dos equipamentos, por se tratar de uma forma especial de cálculo, são mostradas, a seguir, algumas fórmulas trazidas da literatura para o cálculo dos chamados custos de propriedade, custos de manutenção e custos de operação, os quais são necessários ao cálculo do custo dos equipamentos nos serviços, apresentado no Método proposto.

Custos de propriedade: é a denominação dada ao custo total resultante da posse de um equipamento; é constituído pela remuneração do capital investido na sua aquisição, acrescido da reposição da perda de valor devido à sua depreciação. Estes custos ocorrem mesmo quando o equipamento não está sendo utilizado e são obtidos através das seguintes equações:

Remuneração do capital investido (P1):

$$P1 = \frac{\left(i * \left(\frac{Vo - Vr}{2} \right) * \left(\frac{n+1}{n} \right) + Vr \right)}{a} \quad (\text{eq 5.4})$$

Depreciação do equipamento (P2)

$$P2 = \frac{Vo - Vr}{n * a} \quad (\text{eq 5.5})$$

Onde:

i = custo de oportunidade para aplicação anual;

Vo = valor de aquisição de um equipamento novo;

Vr = valor residual do equipamento no final de sua vida útil;

n = vida útil em anos;

a = horas disponíveis para o trabalho em 1 ano.

- Custos de operação (O1: energia e O2: equipe): são aqueles que ocorrem somente quando o equipamento está sendo utilizado. Envolve os trabalhadores atrelados ao equipamento,

podendo-se considerar não somente o operário que liga/desliga/maneja o mesmo, mas também os eventuais envolvidos na alimentação e descarregamento do conteúdo processado no equipamento. Devem ser computados no custo de operação os ônus relativos a: lubrificantes, graxas, combustíveis, filtros, pneus, mangueiras, energia elétrica.

- Custos de manutenção (M): enquanto o equipamento é novo, o risco de defeitos no uso do mesmo é baixo e a sua produtividade é alta. Com o passar do tempo, aumenta a incidência de reparos mecânicos. O custo de manutenção com relação ao tempo pode ser representado por uma linha ascendente. O custo de manutenção mecânica de um equipamento depende: do custo de aquisição, das condições de trabalho e das horas de utilização (estimadas) do equipamento.

$$M = \frac{M(\%) * Vo}{n * a} \quad (\text{eq 5.6})$$

Onde:

$M(\%)$ = taxa anual, em porcentagem, relativa aos gastos com manutenção.

Estes três “custos” (que entram na composição de custo como um “preço”) são apenas uma parte do custo total do equipamento, pois é ainda necessário conhecer o indicador de eficiência no uso do equipamento a ser por eles multiplicada, ou seja, a quantidade de horas de equipamento que será empregada na produção de uma unidade de serviço ou de um insumo; por exemplo: horas de betoneira necessárias a produção de 1m^3 de concreto; ou seja, cada serviço ou insumo a ser produzido irá demandar uma determinada quantidade de horas do equipamento. Uma proposta de cálculo da eficiência (ou produtividade) do equipamento atrelada aos serviços faz parte do método proposto nesta tese e está apresentada no item 6.3.4.

5.5 Preços dos insumos

Entende-se por preço de um insumo no orçamento, o cálculo de seu preço no local da obra, com todos os tipos de acréscimos comerciais aplicados, que possa ser considerado válido durante todo o período de execução da obra. Muitos gastos de natureza indireta devem ser embutidos nos preços de orçamento dos insumos, e assim transformados pelo orçamentista em custo direto.

De acordo com Silva (2005), devem estar embutidos nos preços adotados de materiais de construção, os seguintes gastos:

- a) todos os impostos incidentes sobre a nota fiscal do fornecedor;
- b) todos os gastos de transporte até o canteiro de obras;

- c) correção monetária, quando não houver uma previsão de inclusão da correção monetária na despesa indireta.

Nos custos de equipamentos de produção, os seguintes gastos:

- a) depreciação
- b) juros do capital utilizado na compra ou financiamento.
- c) manutenção, seguros e impostos relacionados com a utilização do equipamento
- d) custo dos insumos consumidos durante o uso do equipamento

Nos custos de mão-de-obra dos operários, os seguintes gastos:

- a) custos do atendimento aos benefícios previstos na CLT – Consolidação das Leis do Trabalho;
- b) custos do atendimento aos benefícios previstos nos acordos salariais e dissídios coletivos das categorias profissionais pelos sindicatos;
- c) custos dos benefícios concedidos pelo empregador por exigências de mercado ou livre arbítrio, no sentido de se obter maior produção.

É preciso atribuir um valor total para os insumos que serão processados nas composições de preços unitários e resultarão na lista de materiais, equipamentos e na folha de pagamento. Trabalhar com preços parciais, separando estes gastos indiretos complicaria o cálculo do orçamento, tornando-o impraticável. (SILVA, 2005)

Salienta-se, contudo, que não é objetivo desta tese adentrar na discussão dos preços dos insumos, mas sim, no entendimento das produtividades e consumos que são por ele multiplicados.

5.6 Análise das informações “de entrada” de alguns bancos de composições orçamentárias

A fim de se conhecer como são especificados serviços/insumos, os critérios de medição adotados e os valores atribuídos aos indicadores a constarem dos orçamentos (chamados, na presente tese, de dados de entrada do orçamento), foram feitos levantamentos em alguns bancos de composições orçamentárias, cujas análises são a seguir descritas.

5.6.1 SINAPI/CEF

Quanto aos coeficientes de produtividade da mão-de-obra, consumo de materiais e eficiência no uso dos equipamentos, observou-se que existe uma necessidade e atualização dos mesmos em função das práticas atuais de execução de obras, bem como, quanto à formação das equipes. Para exemplificar a necessidade de atualização dos coeficientes de produtividade,

tomou-se como exemplo o serviço de fôrmas, que teve seus coeficientes comparados entre 13 bancos de composições regionais, os quais estão mostrados no Quadro 11.

Há que se admitir uma diferença de produtividade quando se trata de diferentes localidades, com características próprias de tipologias de projeto, modo de execução, qualificação da mão-de-obra, clima, dentre outras particularidades regionais; apesar disso, fica evidente que alguns coeficientes estão incoerentes. Tome-se como exemplo, as horas de oficiais e ajudantes para em São Paulo e em Teresina: no primeiro caso, a composição cita três utilizações e no segundo, cinco, porém o coeficiente de produtividade não difere: $1,35 \text{ Hh/m}^2$ em ambos. Em outros casos, a produtividade em um local é praticamente o dobro de outro, vide o exemplo de Curitiba e Florianópolis. Outra questão analisada foi quanto às equipes; neste serviço de fôrmas, observa-se que a equipe tipicamente adotada, em quase todos os bancos de composições regionais, é de um oficial para um ajudante – este fato também é constatado em, praticamente, todos os outros serviços estudados. Entende-se, portanto que uma atualização neste sentido precisa ser feita, com base nas formações de equipes atualmente verificadas nos canteiros-de-obra onde praticamente não existem ajudantes na equipe de carpinteiros.

Quadro 11 – Comparação RUPs e CUMs das várias regiões – fôrma compensado resinado

Região	Composição		Carpinteiro (Hh/m2)	Ajudante (Hh/m2)	Feitor/ encarregado	Chapa resinado 2,2mx1,1mx xx mm	Prego (Kg)	desmoldante	Madeira serrada m/m2	
	Código	Título (m²)								
Nacional	00056587-001	FORMA MADEIRA COMP RESINADA 12MM P/ESTRUTURA REAPROV 2 VEZES - CORTE/ MONTAGEM/ESCORAMENTO/DES FORMA	1,35	1,35	-	0,264 un	0,25	0,1	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA	3
									PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	2,3
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	2,4
Bh	E 00002644	FORMA PLANA P/ ESTRUTURAS(CHAPA DE MADEIRA RESINADA)-E=20MM	2	2	-	0,081 un	0,25	-	PECA DE MADEIRA DE LEI 1A QUALIDADE 8 X 8CM NAO APARELHADA:	0,24
									PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA:	0,3
Campo Grande	00001003-001	FORMA PLANA EM CHAPA COMPENSADA RESINADA PARA ESTRUTURA, ESPESSURA 12mm	1,35	1,35	-	0,177 un	0,25	0,1 l/m2	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA:	2
									PECA DE MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA:	1,53
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA:	1,6
Curitiba	00000109-005	FORMA PLANA EM CHAPA RESINADA E = 10 MM P/VIGA, PILAR E PAREDE	1,1	1,1	-	0,083	0,23	0,2 l/m2	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA:	3
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA:	0,33
Florianópolis	00006872-001	FORMA PLANA COM CHAPA COMPENSADA RESINADA COM CHAPA DE 10 MM DE ESPESSURA	2	2	-	0,165	0,25	0,1 kg/m2	PECA DE MADEIRA LEI 1A QUALIDADE 2,5 X 7,5CM (1 X 3") NAO APARELHADA:	0,18
									PECA DE MADEIRA DE LEI 1A QUALIDADE 8 X 8CM NAO APARELHADA:	0,24
									PECA DE MADEIRA 1A QUALIDADE 2,5 X 10CM (1 X 4") NAO APARELHADA:	0,3
Goiânia	00012008-001	FORMAS PARA CONCRETO	1,12	1,12	0,24	0,178	0,25	-	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA:	2
									PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA:	1,53
Manaus	00002873-001	FORMAS PLANAS DE COMPENSADO RESINADO	1,35	1,35	-	0,178	0,25	0,1 l/m2	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA	2
									PECA DE MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	1,53
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	1,6
Porto Alegre	00004879-001	FORMA F-01 PLANA COMPENSADO 6, 2 APROVEITAMENTOS	1,5	1	-	0,16	-	-	MADEIRA PINHO SERRADA 3A QUALIDADE NAO APARELHADA	0,00539 m3/m2

Recife	00005238-001	FORMAS (CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA DO TIPO RESINADA DE 12 MM) PARA CONCRETO ARMADO, INCLUSIVE ESCORAMENTO FORMAS PARA LAJES	1,65	2,2	-	0,178	0,2	-	PECA DE MADEIRA ROLICA (EUCALIPTO) D = 10CM	1,5
									PECA DE MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	1,82
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	0,78
RJ	00014225-001	FORMA MADEIRA COMP RESINADA 12MM P/ESTRUTURA REAPROV 2 VEZES - CORTE /MONTAGEM/ ESCORAMENTO/DESFORMA	1,35	1,35	-	0,264	0,25	0,11/m2	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA	3
									PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	2,3
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	2,4
	00014226-001	CORTE E COLOCACAO FORMA MADEIRA COMP RESINADA	0,93	0,93	-	-	0,25	-		
São Luis	00008237-002	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA TIPO RESINADA 12MM, COM UTILIZACAO 3 VEZES, INCLUSIVE ESCORAMENTO COM PONTALETES	1,35	1,35	-	0,178	0,25	0,11/m2	PECA DE MADEIRA 1A QUALIDADE 2,5 X 10CM (1 X 4") NAO APARELHADA	1,53
									PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA	2
									PECA DE MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 15CM (1X6") NAO APARELHADA	1,67
São Paulo	00011975-001	FORMAS DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA 12 MM, RESINADA (3X)	1,35	1,35	-	0,178	0,25	0,11/m2	FORMAS DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA 12 MM, RESINADA (3X)	2m
									PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	1,53
									TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	1,6
Teresina	00012300-001	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12MM USO 5 VEZES	1,35	1,35	-	0,178	0,25	0,11/m2	PECA DE MADEIRA 2A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM NAO APARELHADA	2
									PECA DE MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 10CM NAO APARELHADA	1,53
Vitória	00007214-002	FORNECIMENTO E EXECUCAO DE FORMA PLANA EM CHAPA COMPENSADA RESINADA, INCLUSIVE ESCORAMENTO E DESFORMA	1,1	1,1	-	0,083	0,25	-	PECA DE MADEIRA DE LEI 1A QUALIDADE 8 X 8CM NAO APARELHADA	3,12

Quanto ao consumo de materiais, a discrepância no consumo de chapa de compensado entre os bancos, é ainda maior, chegando até a 2000% comparando-se Belo Horizonte e Campo Grande.

Outro aspecto a ser levado em conta nestes coeficientes é que não está claro na composição se as atividades e fluxo já estão consideradas no coeficiente de RUP e CUM da composição, por exemplo: as utilizadas na movimentação de materiais.

Quanto aos coeficientes de produtividade os equipamentos, há demandas por equipamentos distintas aparentemente não coerentes. Por exemplo: no caso da concretagem de um concreto de 20MPa as horas de vibrador necessárias são de 0,1h/m³ enquanto que no concreto de 15MPa é de 1h/m³.

Quanto às especificações dos serviços, percebeu-se a necessidade de especificações mais completas dos serviços no título da composição. Por exemplo:

- No serviço de fôrmas - não está descrito na composição se cimbramentos e travamentos já estão ou não considerados e de qual tipo são; faltam ainda, outras possibilidades quanto ao número de utilizações da fôrma (não é citado, subentende-se que seja utilizada 1 única vez). Estas informações estão presentes no “caderno” de critérios de medição, contudo, seria importante estarem também no título da composição para que os orçamentistas façam a escolha pela composição mais adequada.
- No serviço de revestimento cerâmico - não está descrito na composição o tamanho da placa, um dado fundamental na definição da produtividade da mão-de-obra e do consumo de material (placa cerâmica).
- No serviço de concretagem, a descrição da composição deixa dúvidas quanto a qual serviço exatamente a composição se refere: se a produção do concreto em obra ou a sua aplicação. Se for considerada a aplicação, deveria citar as outras tarefas envolvidas como adensamento, acabamento e cura.

Quanto à especificação de insumos, verificou-se que está mais completa que a do serviço, embora ainda sejam necessários aprimoramentos, como, por exemplo:

- O insumo “aço” aparece apenas uma vez, descrito como uma bitola “média”; seria adequado que fosse apresentado um coeficiente de consumo para cada bitola.

5.6.2 SIURB/ Prefeitura de São Paulo

Ao se avaliar os coeficientes de RUP e CUM destas composições, percebe-se que os valores, são, de um modo geral, próximos das medianas ou até com produtividades melhores que as medianas das publicações dos autores do Quadro 21.

Um serviço que chamou a atenção pela baixa quantidade de horas/m³ foi o de concreto (vide Quadro 12), ou seja: 7,10 Hh/m³ para produzir e aplicar o concreto. No caso das composições do SINAPI de concretagem, este valor chega a 13,00 Hh/m³ (Concreto estrutural fck = 15 MPa (1:2:3) – preparo com betoneira). O consumo do material concreto também apresenta uma perda considerada baixa (2%), quando comparado com os valores de perda mostrados em Agopyan et al. (1998), que variam de 1 a 33%, tendo 9% de mediana.

- Na especificação do insumo concreto, aparece uma composição auxiliar “concreto fck=15MPa c/ brita 1 e 2” (as composições auxiliares estão em uma arquivo separado das composições principais), porém, quando se busca por esta composição, apenas materiais estão dentro dela, ou seja, as horas de ajudante de apoio para produzir 1 m³ e concreto imagina-se já estarem consideradas na composição principal, assim como os equipamentos para sua produção.

Quadro 12 – Composição Concretagem - SIURB

Serviço: 03-03-05: CONCRETO FCK = 15,0MPa - VIRADO NA OBRA		
Unidade: m3		
Insumo	unidade	coeficiente
PEDREIRO (SGSP)	H	1,10
SERVENTE (SGSP)	H	6,00
CONCRETO FCK=15MPa C/ BRITA 1 E 2	M3	1,02
BETONEIRA 320 LITROS	H	0,35
VIBRADOR DE IMERSÃO COM 5M DE MANGUEIRA COM MOTOR ELETRICO 2HP	H	0,10

Quanto aos critérios de medição, possuem um manual contendo os critérios de medição para cada serviço que possui composição de custo, que é bastante completo. Interessante observar que o serviço de alvenaria considera a área líquida, ou seja, consideram a área efetivamente executada, descontados todos os vãos e intercessões. Diferentemente do que é adotado para os revestimentos, que indicam o desconto da área que exceder a 2m², a fim de contemplar a dificuldade executiva com os requadros destas aberturas. Vide exemplo abaixo de critério e medição para os revestimentos:

“o serviço será medido por m²(metro quadrado) de chapisco, emboço ou reboco aplicado, com base na área de paramentos internos efetivamente recoberta pela argamassa em questão, desconsiderada a área correspondente ao desenvolvimento de espaletas, ressaltos ou molduras e descontados apenas os vãos e interferências que, isoladamente, apresentarem área igual ou superior a 2,00m². O preço unitário remunera o fornecimento da argamassa de chapisco, emboço ou reboco especificado, bem como sua aplicação em superfícies de paramentos internos em geral.”

À exceção das composições de armadura, as equipes de produção possuem uma formação ainda muito carregada de horas de ajudante conforme pode ser visto no Quadro 13.

Quadro 13 – Formação das equipes: serviços do SIURB

Código	Descrição da composição	Quantidade de horas/ unidade de serviço (Hh)	
		Oficial	Ajudante
03-01-15	FORMA ESPECIAL DE CHAPAS RESINADAS (12MM) – PLANA (m2)	1,20	0,40
03-02-04	ARMADURA EM AÇO CA-50 (kg)	0,080	0,012
03-03-07	CONCRETO FCK = 20,0MPA - VIRADO NA OBRA	1,10	6,00
04-01-16	TIJOLOS CERÂMICOS FURADOS - 1 TIJOLO	1,50	1,50
11-01-08	EMBOÇO - ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA 1:4/12	0,70	0,90
13-02-42	PISO CERÂMICO ESMALTADO (PEI-5) - ASSENTADO COM ARGAMASSA COLANTE	0,44	0,22
13-02-02	CIMENTADO COMUM, DESEMPENADO E ALISADO - ESPESURA 20MM	1,40	1,41

5.6.3 TCPO / Editora Pini

Quanto aos coeficientes de produtividade da mão-de-obra para os serviços analisados, são próximos das medianas das publicações citadas no Quadro 21.

Quanto à quantidade de oficiais e ajudantes nas equipes, os coeficientes ainda apontam para relações próximas do 1:1, que como já mencionado, este excesso de ajudantes na equipe não faz parte da prática de obra atual.

Quanto ao consumo de materiais, nem sempre as perdas estão consideradas, vide o caso do consumo de blocos da alvenaria:

04211.8.2.5: “Alvenaria de vedação com tijolo cerâmico furado 9x19x19 cm, juntas de 12mm com argamassa mista de cimento, m saibro e areia sem peneirar traço 10,5:2,5”

O consumo é de 25 blocos/m², ou seja, nenhuma perda foi considerada neste caso. Agopyan et al. (1998) citam uma perda mediana de 11% para tijolo cerâmicos furados, que se fosse aplicado nesta composição resultaria em 27 tijolos/m².

Outro fato curioso é que, no caso do consumo de aço, nas composições de armadura, em que o mesmo é cortado, dobrado e montado em obra a perda é de 10% e, mesmo nas composições em que ela é fornecido cortado e dobrado, ainda assim existe uma perda de material considerada de 5% (esperar-se-ia, neste último caso, que não ocorressem perdas). Porém, de acordo com os elaboradores deste manual, na época em que a composição foi gerada, ainda existia uma falta de entrosamento entre projetista, fabricante de aço cortado e dobrado e construtoras, o que ocasionava a perda de peças no canteiro e necessidade de refazê-las, gerando assim, uma perda de aço de 5%.

Quanto à produtividade do equipamento, existe, conforme mostrado no Quadro 8, um capítulo dedicado ao custo horário dos equipamentos (22), onde estão alocadas as composições desde equipamentos pequenos como betoneiras e argamassadeiras até tratores de esteiras e outros para obras pesadas. Neste capítulo, existem duas composições para cada equipamento, uma que tem por unidade horas improdutivas e outra com horas produtivas. As primeiras não possuem os insumos que dizem respeito à produção, como graxas e combustíveis, que estão nas composições de horas produtivas.

Quando, num serviço, existe a necessidade de utilização de um equipamento, a composição de horas produtivas é um dos componentes da composição, ou seja, o custo horário do equipamento entra na composição do serviço como um outro insumo qualquer. A dificuldade observada é que em nenhum momento os tempos improdutivos são “chamados” à composição do serviço. Desta forma, conforme levantamentos efetuados nos estudos exploratórios, é que as construtoras, em geral, não colocam no orçamento o ônus referente às horas improdutivas do equipamento, muitas vezes, por não saberem de que forma fazer tal consideração.

5.6.4 RS Means

O formato, a apresentação das composições e o conteúdo deste manual são bastante diferentes dos manuais brasileiros. O RSMeans fornece os preços dos serviços³⁸ (em dólar), além de

³⁸ Os preços dos materiais de construção são baseados num valor médio nacional e o custo da mão-de-obra é baseado no custo médio levantado em 30 cidades. O capítulo introdutório salienta que a execução das obras é monitorada continuamente por pesquisadores da Reed Construction Data a fim de assegurar que os dados nele propostos sejam

informações sobre a formação da equipe, a produção diária, as horas trabalhadas e a unidade do serviço. Ou seja, para compararmos os dados de produtividade do RSMeans com os do TCPO, por exemplo, precisamos dividir a quantidade executada pelas horas demandadas e então teremos a produtividade. O indicador relativo à quantidade de materiais não é apresentado em cada composição, somente o custo/unidade de serviço dos materiais (em dólar).

A fim de ilustrar como é mostrada cada composição neste manual, é apresentado o Quadro 9, o qual possui, na coluna 3, a indicação da equipe que ira executar o serviço, que é dada por uma sigla. Ao final do manual existe uma listagem de siglas e a composição de equipes a que esta sigla se refere, bem como o preço unitário da hora de cada profissional. Por exemplo, a equipe C-14C é formada por 1 carpinteiro “encarregado”, 6 carpinteiros, 2 motoristas, 4 ajudantes, 1 pedreiro de acabamento, 1 vibrador. Ao comparar-se esta equipe com as presentes nos manuais brasileiros, percebe uma maior abrangência das composições, em especial com relação aos operários considerados, que incluem, além da mão-de-obra direta e de apoio, a mão-de-obra de gestão, que neste exemplo é o encarregado.

Os coeficientes deste manual não mostram diretamente a produtividade da mão-de-obra e o consumo de materiais. Para se chegar à produtividade da mão-de-obra, por exemplo, é necessário dividir a quantidade produzida diariamente (coluna 4) pelas horas trabalhadas (coluna 5). Já o indicador de consumo unitário de material não está presente nas composições, e sim, o preço referente aos materiais, impossibilitando, desta forma a comparação com os indicadores de consumo nacionais.

exequíveis. São contactados os fabricantes, distribuidores e contratantes dos Estados Unidos e Canadá a fim de determinar o custo médio nacional dos materiais, todavia, aconselham que se o usuário tiver acesso ao custo de um material para um local específico, que se façam os ajustes necessários no custo com relação à média nacional. Os custos da mão-de-obra estão baseados na média dos salários dentre as 30 principais cidades americanas e refletem a produtividade baseada em condições de trabalho reais. Está contemplado no custo, o tempo empregado em um dia normal de trabalho em tarefas além do tempo em execução, como: recebimento e movimentação de materiais, mobilização, esperas, tempos parados e limpeza. De acordo com RSMeans (2008), os dados de produtividade são levantados em um período de tempo suficiente para que problemas relacionados com anormalidades não venham a interferir na produtividade e o coeficiente possa refletir a média típica. O custo dos equipamentos inclui não somente o custo de locação, mas também o custo operativo do equipamento sob um uso normal. Os custos operativos incluem insumos e mão-de-obra para o serviço rotineiro tais como reparação e troca de bombas, filtros, combustíveis, lubrificantes, eletricidade, etc. Já os preços de aluguel de equipamentos são obtidos através de pesquisas em contratantes, fornecedores, revendedores, fabricantes e distribuidores da América do Norte. Este manual tem por base dados de projetos comerciais e industriais com custo de US\$1.000.000,00 ou mais, ou então, projetos residenciais multifamiliares.

5.7 Conclusões quanto ao tratamento das informações de entrada para elaboração do orçamento

Os coeficientes de produtividade da mão-de-obra e consumo de materiais apresentados nas composições dos manuais de orçamentação tradicionalmente utilizados tanto no Brasil (TCPO, SIURB, SINAPI) quanto no exterior (RSMeans) levam em conta uma situação de obra que representa uma média do que ocorre no mercado. Contudo, esta postura, apesar de ser útil nas fases iniciais do projeto, não atende ao orçamento voltado para a produção. Por isso, acredita-se ser necessário a elaboração de composições mais específicas, que levem em conta as tecnologias executivas com maior aprofundamento e definindo, já na composição, as características de situações extremas que poderão ocorrer em obra.

Ao se analisar os bancos de composições pesquisados, percebeu-se alguns pontos em comum a serem aprimorados, como por exemplo: a pobre especificação dos insumos, indefinições quanto ao escopo dos serviços, indefinição quanto às equipes de trabalho envolvidas nos serviços, incoerência na adoção de indicadores de RUP e CUM, incoerências e falta de padronização de uma metodologia para cálculo do custo horário dos equipamentos.

Uma proposta de aprimoramento destes aspectos está presente no Método proposto nesta tese, no item 6.3.

6 MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE REDES DE COMPOSIÇÕES DE CUSTO

Neste capítulo é apresentado o método para obtenção de bancos integrados de composições de custo de edificações. A palavra “redes” é usada, neste caso, por ser esta a forma mais adequada para a representação da interdependência das composições e suas informações.

A adoção do termo “rede”, no presente trabalho, veio do seu uso na programação de obras, onde a rede é a representação gráfica de um conjunto de atividades inter-relacionadas que descrevem um plano de execução, ou seja, a rede é encarada como o resultado final do esforço realizado na programação do empreendimento. No ambiente da programação, as redes são usadas para modelar processos, mostrando seqüências e datas atribuídas à execução das atividades. Seu desenho pode ser feito utilizando diferentes símbolos gráficos, desde que seja mantido o princípio de se mostrar a interdependência das atividades do processo.

Partindo destes conceitos, porém adaptando-os às necessidades da orçamentação, tem-se, na presente tese, que as “redes de composições” representam um sistema de informações que possui uma lógica que o suporta, a fim de interligar os componentes dos custos de um serviço de construção. No ambiente do prognóstico dos custos, as redes propostas neste trabalho são usadas para mostrar a estruturação da interdependência de composições, bem como, as regras para o agrupamento de composições mais detalhadas em mais gerais. Deste modo, torna-se explícita a forma de alocação dos custos relativos aos recursos envolvidos na produção (materiais, equipamentos, equipes de produção diretas e de apoio).

Para tanto, o método de elaboração de redes de composições de custo, ora proposto, é composto por quatro grandes etapas:

1ª etapa (item 6.1): faz-se uma análise do contexto em que as composições serão elaboradas.

Farão parte desta análise discussões do tipo: entender o agente “mantenedor das composições” e as suas necessidades, bem como, quem serão os usuários das composições, o tipo de produto (edificação), de processo e de recursos para os quais as composições serão elaboradas;

- 2ª etapa (item 6.2): propõe-se um desdobramento das informações quanto aos produtos, processos e recursos para poder, posteriormente, proceder à estruturação das informações a constarem da composição orçamentária; esta etapa é chamada de “macroestrutura da rede”;
- 3ª etapa (item 6.3): adentra-se o entendimento das informações que fazem parte da composição, com foco nos coeficientes de consumo dos recursos, e propõem-se formas de adoção de indicadores; esta etapa é chamada de “microestrutura da rede”;
- 4ª etapa (item 6.4): de posse das informações da 1ª, 2ª e 3ª etapas, procede-se à “construção da rede de composições”.

O modelo básico de processos dá suporte ao entendimento do tipo de informações que estão sendo tratadas neste trabalho, como mostrado na Figura 16.

Figura 16 – Modelo de processo com enfoque na construção de uma edificação

Fonte: adaptado de Slack (1999)

Cada processo³⁹ demanda recursos e faz uso de operações para ocorrer. Tanto os recursos quanto a forma de processamento destes podem ter características distintas que afetam a eficiência na execução do produto; além disso, as características das partes formadoras do produto podem também influenciar nesta eficiência. Em meio a tantas particularidades, o usuário do presente método, ou seja, o profissional que irá elaborar as composições de custo precisará ter, antes de qualquer coisa, o conhecimento do contexto (das empresas, dos empreendimentos e das obras às quais caberão as composições da rede) para proceder à elaboração das composições. Na Figura 17, têm-se as etapas a serem percorridas pelo usuário do presente método ao elaborar as composições de custo.

³⁹ Em alguns casos, nesta tese, usa-se a palavra “serviço” para representar todo o “processo de transformação dos recursos em produtos” relativo a algum trabalho de obra, por ser esta a forma usual de tratamento no ambiente da construção civil. Por exemplo: “*serviço de alvenaria*”; em outras Indústrias, somente o *resultado do processamento* é que é chamado de *serviço ou produto*.

Figura 17 – Etapas do método para elaboração de redes de composições

Tem-se, a seguir, a descrição do método de elaboração de redes de composição de custos para edificações, nas suas etapas.

6.1 Entendimento do contexto

Para se elaborarem composições de custo, é fundamental entender o contexto em que serão elaboradas as composições, ou seja, conhecer as demandas quanto à rede que se vai compor. Para tanto, é preciso identificar características quanto ao uso e quanto ao conteúdo das composições, as quais serão a seguir descritas.

6.1.1 Quanto ao uso das composições

São questões a serem respondidas nesta etapa inicial:

- a) quem é a empresa “proprietária” da rede de composições - ou sua mantenedora⁴⁰ - e com qual objetivo se está orçando;
- b) quem são os usuários⁴¹ (internos e externos) da rede de composições.

A empresa mantenedora da rede de composições poderá ser uma construtora ou uma incorporadora ou ambas ou, ainda, um agente financiador, um empreiteiro, um órgão governamental, um investidor, uma empresa produtora de *softwares* orçamentários. O fato é que

⁴⁰ No presente trabalho, quando se estiver falando de “mantenedora da rede”, este termo estará levando em conta o agente que as mantém e é responsável pela sua atualização.

⁴¹ O usuário será a empresa/pessoa que esteja utilizando esta rede de composições nos seus orçamentos.

diferentes empresas possuem objetivos distintos ao elaborar um orçamento; por exemplo, no caso de um órgão governamental, este pode querer usar o orçamento para balizar uma licitação. Uma empresa empreiteira, por sua vez, pode querer orçar para elaborar uma proposta de prestação de serviço ou para servir de base no controle dos custos durante a execução. Já uma construtora poderá usar o orçamento para proceder à análise de alternativas construtivas ou para integrar as informações dentro da empresa.

Quanto aos usuários, são vários profissionais que utilizam as informações do orçamento, também com objetivos distintos. Tome-se, como exemplo, uma empresa que é um agente financiador de obras; ele poderá ter, como *usuários internos*, os seus engenheiros que avaliam os orçamentos e, como *usuários externos*, as construtoras ou as pessoas físicas que solicitaram o financiamento; o agente financiador poderá optar por permitir o acesso às composições, não somente aos usuários internos, como também aos usuários externos, como forma de induzir, assim, uma melhoria nas práticas do mercado.

A depender do objetivo com que se está orçando e do agente a ser atendido pelo orçamento, ter-se á uma base de composições diferenciada.

6.1.2 Quanto ao conteúdo das composições

Para se poder definir o conteúdo das composições, ou seja, seu escopo, indicadores, critérios de medição a adotar, é preciso fazer um levantamento das seguintes informações:

- c) o tipo de obra provável de ser orçada (produtos abrangidos pelas composições) a partir da rede de composições proposta;
- d) os processos a serem contemplados pelas composições;
- e) as tecnologias utilizadas;
- f) a forma de contratação da mão-de-obra de produção (própria ou subempreitada);
- g) a experiência e o treinamento da equipe para o tipo de obra;
- h) a qualidade e o tipo (opção ou não pela pré-fabricação) dos materiais;
- i) a propriedade (próprios, locados ou do empreiteiro) e o tipo de equipamentos a serem empregados na execução (por exemplo, para transporte de concreto: grua, elevador, guincho ou por bombeamento; para trabalhos na fachada: andaime fachadeiro ou balancim);
- j) as ferramentas de gestão e controle adotadas (no que diz respeito a: qualidade, produtividade e custos).

Conhecer a tipologia de obra mais típica para a qual se pretende elaborar o orçamento é importante, pois o custo unitário de cada serviço pode se modificar em função das características do produto (edificação); por exemplo: a produtividade em obras repetitivas tem um padrão de comportamento diferente das obras não-repetitivas, o mesmo acontecendo com obras residenciais em comparação com as comerciais. Além da tipologia, é necessário conhecer também as tecnologias a serem empregadas, as particularidades da execução e a forma da gestão dos recursos no canteiro, as quais influenciam diretamente nos indicadores a serem escolhidos para as composições.

Enfim, a etapa de entendimento do contexto é fundamental ao elaborador de composições e, ao final desta, é preciso que se tenham claras as seguintes definições: que as informações sobre os produtos, processos e recursos sejam suficientes para balizar os desdobramentos a serem feitos; que se conheça a necessidade de um maior ou menor detalhamento das informações de custo; que se tenham informações suficientes sobre os produtos, processos e recursos para permitir a decisão quanto ao tipo de indicador de produtividade (potencial ou cumulativo) a adotar em função dos fatores presentes e, ainda, que se leve em conta, em função do contexto, o nível de anormalidade vigente.

Pode-se, então, partir para a elaboração das composições propriamente ditas, começando pela definição da macroestrutura e, posteriormente, adentrando a microestrutura.

6.2 Estruturação das composições de custo: definição da macroestrutura da rede

Para se poder estruturar a rede de composições que irá subsidiar a elaboração de orçamentos é necessário conhecer, de forma aprofundada, as informações componentes de uma composição de custo.

Para tanto, propõe-se uma abordagem analítica, a fim de desdobrar as informações para o entendimento do produto (edificação), dos processos e dos recursos (materiais, mão-de-obra e equipamentos).

6.2.1 Desdobramento do produto

Dentre as várias formas possíveis de abordar os “produtos” da construção civil, a definição das partes componentes do produto edificação partiu da visão apresentada por Tristão (2004), que propõe um desdobramento da edificação nos seus vários usos, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Tipos de edificações

Fonte: Adaptado de Tristão (2004)

Nesta tese, o método proposto tem como foco composições de custo voltadas a edificações habitacionais multi-familiares, mais especificamente edifícios de múltiplos pavimentos, em destaque na Figura 18.

Depois de definir o tipo de edificação, é necessário analisar o projeto e desdobrá-lo em partes que possuam características semelhantes, pois cada uma delas envolve um grau de dificuldade de execução distinto (com indicadores de produtividade e consumo de materiais distintos) e a composição de custo deverá estar coerente com tal dificuldade. Por exemplo: executar as paredes de um andar tipo envolve uma dificuldade diferente de executar as paredes de contenção ou mesmo as paredes de um reservatório enterrado, apesar de se tratar, em todos os casos, do “serviço de alvenaria”; da mesma forma que executar a armadura de uma laje é bastante diferente de executar a armadura de uma escada, apesar de se estar tratando, em ambos os casos, do “serviço de armação”. Nestes dois exemplos o serviço é o mesmo, mas os produtos são diferentes.

É possível seguir diferentes caminhos para desdobrar um mesmo produto. As informações de custo poderão referir-se, por exemplo:

- ao produto como um todo (o empreendimento);
- às porções (torre 1, torre 2, periferia, subsolo, térreo, cobertura, apartamento, andar);
- aos subsistemas (estrutura de concreto armado, vedos, instalações etc.);
- a produtos específicos, que cumprem determinadas funções (paredes de alvenaria, pilares);

- a parcelas ainda menores, menos relevantes enquanto parte individualizada do produto, aqui chamadas de “tarefas” (ex: alvenaria = fiada de marcação + fiada de elevação + fixação).
- às grandes “disciplinas”: mecânica, elétrica, estruturas de concreto, alvenaria, revestimentos etc. e estas podem aparecer em diferentes partes da construção.

Ou, ainda: tomando-se como exemplo uma edificação em alvenaria estrutural, pode-se ter o andar como porção para os *halls* de escada (uma vez que é executado andar por andar) ou o conjunto todo de *halls* como porção (para a pintura, quando se teria um pintor para fazer somente a região da escada).

Poderia, ainda, ser de interesse do usuário ter o orçamento com a seguinte configuração: para regiões com diferentes submissões a ação de agentes agressivos (áreas molhadas internas x áreas molhadas externas x área secas); para lugares com geometrias distintas (andar tipo x não tipo); momentos diferentes de execução (subsolo sob a torre x subsolo fora da torre); usos diferentes; estruturas diferentes.

Para poder elaborar estes *templates*⁴² de orçamento, é indispensável, portanto, desdobrar analiticamente os produtos e processos de construção, possibilitando o agrupamento e/ou cruzamento das informações sob diferentes aspectos. Um exemplo de desdobramento pode ser observado na Figura 19.

⁴² *Template*: é um modelo de documento; neste caso seriam modelos de orçamento.

Figura 19 – Ilustração do desdobramento do produto e dos processos

*Observação: por vezes, o termo "tarefa" é usado em lugar de componente, por ser uma nomenclatura afeita ao estudo da produtividade, onde o processo está mais em evidência que o produto.

Como regras gerais para desdobrar um produto, têm-se que *o desdobramento deve ser feito de modo a distinguir partes que podem ter consumos de recursos diferentes*, sendo que o nível de detalhamento a ser atingido é *o nível mínimo*⁴³ *que ainda tenha sentido físico, que ainda tenha interesse para análise, caracterizado por uma equipe que o execute no canteiro.*

No método ora proposto, o produto mínimo está no nível do componente, ou seja, os produtos para os quais serão elaboradas as composições podem estar mais acima (e não mais abaixo) do nível do componente.

Não se chegará ao nível de detalhamento da produção externa dos insumos de construção, como, por exemplo: produção dos blocos na fábrica, produção do concreto na usina externa à obra.

6.2.2 Desdobramento dos processos

Para elaboração das composições de custo, além do entendimento do produto a ser executado, é fundamental o conhecimento do processo⁴⁴ de execução dos serviços e das tecnologias possíveis de serem empregadas, uma vez que um mesmo produto pode ser executado através de diferentes processos.

A depender do tipo de processo escolhido, ter-se-á um maior ou menor consumo de mão-de-obra, equipamentos e materiais, e, conseqüentemente, um custo que irá variar em função da tecnologia escolhida. A fim de ilustrar a complexidade envolvida na análise de processos, tomar-se-á, como exemplo, o caso do serviço de fôrmas para estrutura de concreto armado: o processo de execução, quando se têm travamentos e escoramentos em madeira serrada, é diferente de quando se têm estes com vigas e escoras metálicas; assim sendo, a produtividade da mão-de-obra e o consumo de materiais também diferem entre estes casos e, conseqüentemente, o seu custo por metro quadrado. Na Figura 20 estão mostrados alguns dos diferentes arranjos executivos que podem ser considerados na execução de fôrmas.

⁴³ O produto associado a este nível mínimo será *chamado, nesta tese, de “produto mínimo”*.

⁴⁴ O termo “processo”, no presente texto, refere-se à forma de execução dos produtos.

					Pilar		Viga			Laje												
					travamento		escoramento			escoramento		vigamento										
	plastificado		resinado		madeira serrada e tirantes	sanduiche de aço e tirantes	garfo de madeira serrada	escora metálica		pontalete	escora metálica	H20	Metálico	madeira serrada		número de utilizações						
	18 mm	12 mm	18 mm	12 mm				travamento madeira serrada e tirantes	travamento sanduiche de aço e tirantes							fabricação	1	2	4	8	12	18
Caso 1	X				X		X			X				X	in loco	X						
Caso 2	X				X		X				X	X			pre	X						
Caso 3	X				X		X				X		X		pre	X						
Caso 4	X				X			X		X				X	in loco	X						
Caso 5	X				X			X			X	X			pre	X						
Caso 6	X				X			X			X		X		pre	X						
Caso 7	X				X				X	X				X	in loco	X						
Caso 8	X				X				X		X	X			pre	X						
Caso 9	X				X				X		X		X		pre	X						
Caso 10	X					X	X			X				X	in loco	X						
Caso 11	X					X	X				X	X			pre	X						
Caso 12	X					X	X				X		X		pre	X						
Caso 13	X					X		X		X				X	in loco	X						
Caso 14	X					X		X			X	X			pre	X						
Caso 15	X					X		X			X		X		pre	X						
Caso 16	X					X			X	X				X	in loco	X						
Caso 17	X					X			X		X	X			pre	X						
Caso 18	X					X			X		X		X		pre	X						

Figura 20 – Possibilidades de combinação de execução de fôrmas para estrutura de concreto armado

No exemplo da Figura 20, cada linha da planilha resultará em uma composição. Ao se observar a linha do “Caso 1”, ter-se-á uma composição para fôrma para estrutura de concreto armado em chapa de compensado plastificado 18mm, pilares com travamentos em madeira serrada e tirantes de aço, vigas com escoramento/travamento em garfo de madeira serrada, laje escorada com pontaletes e o vigamento que suporta a laje em madeira serrada, executada “in loco”, considerando 1 utilização. Este mesmo arranjo executivo poderá ser aplicado a outras possibilidades de molde e a diferentes números de utilização e isto se repetirá para todos os outros 17 casos.

Desta forma, *ao variar quaisquer das características de recursos ou de processos construtivos empregados, surge a demanda por uma nova composição de custo.*

Na realidade, o desdobramento com base nos processos não deixa de ser uma continuação do desdobramento dos produtos. Pode-se dizer que, saindo do produto mínimo proposto em direção à agregação, vai se chegando mais perto das funções cumpridas pela edificação. Por exemplo, o produto mínimo marcação não tem uma função mais claramente definida para o usuário final; mas ao se juntar com a elevação e as fixações, tal usuário ganha uma parede, que tem função de delimitar ambientes.

Seguindo este raciocínio, a soma de paredes, revestimentos, janelas e portas levará ao subsistema vedado, que cumpre funções de controle de acesso (som, água, visualização etc.). E, no final desta abordagem, o agrupamento de subsistemas cria a edificação, que resolve a demanda geral do usuário, cumprindo a função de propiciar habitação para o mesmo.

Por outro lado, saindo do produto mínimo no sentido do maior detalhamento, vão se alcançar produtos ainda menores, mais distantes da percepção do cumprimento de funções sob o ponto de vista do usuário, mas mais perto da discussão dos diferentes processos e recursos possíveis de uso para executar tal produto. Assim é que o galho de um pilar e a desforma do mesmo podem ser discutidos. Idem para a primeira e a segunda demãos eventuais para fazer a camada de emboço (este tem uma função a cumprir, enquanto que o fato de a aplicação ter sido feita em uma ou duas demãos se associa mais à discussão de processo).

É importante salientar que, apesar de se poder desdobrar, teoricamente, um processo até o nível da *operação*, muitas vezes não existe o interesse em se ter o custo neste nível de detalhamento, ou mesmo, por que isto não faz sentido, na prática, do ponto de vista do consumo de recursos, uma vez que o esforço para controle do custo seria maior que o esforço de mão-de-obra envolvido na execução da operação. Veja-se o caso da concretagem, por exemplo: apesar de se poder proceder ao desdobramento nas *operações* (lançamento, adensamento, sarrafeamento), estas são executadas quase que simultaneamente e empregando

vários tipos de mão-de-obra, e, por isso, não costuma haver interesse na sua subdivisão. Já a cura seria mais facilmente destacável porque ocorre num momento diferente e com equipe específica, mas não é tão relevante do ponto de vista do consumo de recursos; então, as composições de custo deste serviço não precisam chegar ao nível das operações.

Inicialmente, nesta pesquisa, esperava-se que uma única listagem de critérios para definição dos processos pudesse atender ao desafio de proceder o desdobramento para todos os serviços que compõem uma obra. Isto realmente ocorreu para os níveis mais gerais na hierarquia de detalhamento; contudo, para poder definir com maior precisão os processos a serem adotados em obra, critérios particulares de desdobramento para cada produto precisaram ser criados. Uma vez que atenda a estes critérios, a composição de custo fornecerá subsídios para a formação do escopo de trabalho envolvido na execução do empreendimento.

Estes critérios particulares de cada produto frequentemente estão associados ao tipo de recurso a ser empregado na execução do mesmo; daí, então, a necessidade de levar-se em conta, no desdobramento, além dos produtos e processos, a caracterização dos recursos envolvidos na produção.

6.2.3 Desdobramento dos recursos

Nesta etapa cabe a busca de informações sobre as posturas aceitáveis quanto ao fornecimento dos três principais recursos envolvidos na construção: materiais, mão-de-obra e equipamentos. São muitas as possibilidades de arranjo entre as características compreendidas na definição dos recursos:

- mão-de-obra – pode ser contratada de diferentes formas, com distintas especializações, além de poder ter diferentes arranjos na equipe;
- equipamentos - podem ser próprios ou locados; podem ser de vários tipos e propriedade (da empresa, do empreiteiro, do operário);
- materiais e componentes – possuem geometria, material, composição distintos, além de poderem ser fabricados em obra ou pré-fabricados.

Tomando-se o revestimento de paredes internas, por exemplo: a argamassa poderá ser dosada/misturada na obra ou ensacada ou, ainda, fornecida em silos; quanto à mão-de-obra para sua aplicação, pode-se utilizar mão-de-obra própria ou subempreitada; a preparação pode ser feita pela equipe de apoio alocada numa central ou por um ajudante no próprio andar; quanto ao equipamento, pode-se locar ou comprar. Este serviço pode, além disso, ser contratado incluindo somente a mão-de-obra, ou a mão-de-obra e o material, ou a mão-de-obra, o material e o equipamento.

Portanto, todas estas circunstâncias, com relação aos recursos, precisam ser levadas em conta ao se elaborar a composição de custo.

6.2.4 Desdobramentos dos produtos, processos e recursos conjuntamente

Neste item procurou-se mostrar de que forma chegou-se à definição dos desdobramentos dos produtos, processos e recursos propostos nesta tese. A idéia de se “desdobrarem” as informações teve um caráter evolutivo, uma vez que se tentaram algumas maneiras de expressar estes desdobramentos: primeiramente, através de uma matriz bidimensional, e, depois, através de *árvore*, a qual pode ser representada por códigos, através de um *sistema facetado*.

Pretendia-se que a matriz contivesse critérios de desdobramento que atendessem a todos os serviços de obra. Um exemplo desta idéia está apresentado no Quadro 14, para os serviços de fôrmas, concretagem e alvenaria de vedação.

Quadro 14 – Forma de representação do desdobramento dos produtos, processos e recursos

		Fôrmas				Concretagem	Alvenaria de vedação			
		Pilar	viga	Laje	Escada		marcação	elevação	Fixação lateral	Fixação superior
Critérios gerais	Tipo de Edificação	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Subsistema	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Componente	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Elemento	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Tipo de contratação da m.o.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Propriedade do equipamento	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Critérios específicos	Material do molde	x	x	x	x					
	Tipo de travamento	x	x							
	Tipo de escoramento		x	x	x					
	Tipo de vigamento			x	x					
	Número de utilizações	x	x	x	x					
	Tipo de fabricação	x	x	x	x	x				
	Critério de medição						x	x	x	x
	Tipo de transporte vertical					x				
	Tipo de bloco						x	x	x	x
	Dimensão do bloco						x	x	x	x
	Espessura da parede						x	x	x	x
	Traço					x	x	x		x
	Resistência					x				

	Tipo de ferramenta						x	x		
	Tipo de material								x	x

Esta matriz serve para mostrar a amplitude de critérios necessários para caracterizar os processos (serviços); contudo, não é suficiente para definir uma composição de custo, pois não contempla as reais possibilidades de cruzamentos entre características. Por exemplo, no caso da concretagem: o critério *traço* deverá estar presente em composições para concretos feitos em obra (critério: *tipo de fabricação*), mas nos casos dos concretos dosados em central, o critério a adotar seria *resistência*.

A fim de contemplar estes cruzamentos particulares, propõe-se que seja usado o formato de *árvore* para a definição dos critérios de desdobramento, como o que está exemplificado para o caso da concretagem, na Figura 21.

Figura 21 – Desdobramento dos produtos, processos e recursos em árvore (caso da concretagem)

O exemplo de *árvore* mostrado na Figura 21 foi elaborado a partir de pesquisas bibliográficas em publicações sobre a eficiência na execução de concretagem (Araújo (2000), Souza (2001), Dantas (2006)) e também levando em conta um contexto de utilização (neste caso, o do agente onde o presente Método foi aplicado). A partir destes 10 critérios foi possível fazer a especificação e delimitação do escopo do serviço.

Além do desdobramento pra a concretagem, outros foram feitos, levando em conta as particularidades dos outros serviços estudados nesta tese, chegando-se, então, à definição do

que sejam os critérios fundamentais para se desdobrarem as informações a constarem de uma composição de custo.

São critérios para definir as características dos produtos, processos e recursos a constarem de uma composição:

- 1) em termos da descrição da composição, há que se explicitar as características dos recursos, mas também as do produto e do processo;
- 2) as características escolhidas devem ser aquelas de maior influência potencial sobre a eficiência no uso dos recursos físicos (RUP, CUM, EfEq) ou financeiros (preços unitários). Por exemplo: diferentes resistências (20, 30 ou 40 MPa) talvez influenciem na RUP CUM e EfEq, mas, certamente, influenciam no preço unitário do concreto;
- 3) não existe uma restrição quanto à ordem em que as características aparecem na árvore;
- 4) o conhecimento do processo construtivo é necessário para se poder “ligar” as opções de cada nível da árvore e construir possibilidades existentes na prática (por exemplo: não vai se associar o concreto feito em obra com o transporte com bomba).

Cada empresa irá desenvolver uma árvore que espelhe o seu processo produtivo e, a partir desta, é possível visualizar a estruturação das composições que farão parte do orçamento.

Para que esta representação em árvore possa ser lida por programas computacionais é necessário definir códigos que representam estas interligações. Tais códigos possibilitam a caracterização inequívoca de um produto, um processo ou um recurso e o cruzamento entre eles. A cada composição de custo deverá ser atrelado um código. A estrutura de códigos tem por objetivo espelhar todas as informações que estão contidas na composição, com a diferença de, ao invés de serem usadas palavras, serem usados caracteres alfanuméricos, os quais são mais bem entendidos pelos programas computacionais.

Apesar de a geração de um sistema de classificação e codificação para construção civil não ser objetivo da presente tese, entende-se que esta fica bastante facilitada em função das informações aqui geradas já estarem estruturadas, ou seja, após definidas as árvores contendo o desdobramento dos produtos, processos e recursos, a codificação pode ser gerada automaticamente ao se darem códigos para cada uma das suas características/atributos considerados fundamentais na elaboração das composições.

6.2.5 Tratamento dado aos serviços auxiliares (ou de apoio)

Os serviços auxiliares (ou de apoio) são aqueles que não agregam valor, embora sejam necessários à execução do serviço direto, resultando ou não num insumo e sendo executados por equipes de apoio. São serviços auxiliares: o recebimento, a estocagem e o transporte de

materiais, que não representam a produção de um insumo. Além destas, existe uma outra etapa do processo de transformação, chamada de processamento intermediário, que, esta sim, demanda a produção ou aprimoramento de um insumo que também é um serviço auxiliar; são exemplos típicos de *processamento intermediário* aqueles serviços referentes à produção da argamassa e concreto em obra, à produção de armaduras e à produção de fôrmas.

Assim como o serviço direto, também os serviços auxiliares poderiam ter sido desdobrados até o nível da operação (no caso da produção do concreto em obra, por exemplo, esta poderia ser desdobrada em subtarefas, como: abastecimento da betoneira, mistura do concreto, descarregamento da betoneira, transporte até o local de aplicação). Contudo, no método proposto, os processos auxiliares serão tratados de forma mais simplificada, representados por composições, chamadas de “composições auxiliares”, apresentadas na sua forma agrupada no nível do serviço gerado, pois, em geral, não existe o interesse de ter o seu custo controlado com tanto detalhamento.

Na organização em redes proposta no método, as composições auxiliares serão inseridas dentro da composição principal seguindo uma lógica padronizada de dependência de composições. Esta dependência se dá em 3 níveis, quais sejam:

- composição principal - é aquela que contempla o serviço principal (ou serviço direto, que agrega valor) que está sendo orçado. Aqui está contemplada a mão-de-obra direta: oficiais e ajudantes que trabalham junto do oficial no andar ou região em que o serviço está sendo executado (ajudantes diretos).
- composição auxiliar de nível 1 - é aquela que contempla o esforço da mão-de-obra e o consumo de materiais referentes a: o recebimento, a estocagem, o transporte de materiais e a preparação dos insumos que são produzidos em obra, bem como a demanda por equipamentos. Nesta estrutura os ajudantes de apoio estão considerados na composição auxiliar de nível 1. Seguem exemplos de composições auxiliares de nível 1, no Quadro 15.

Quadro 15 – Exemplos de composições auxiliares de nível 1

Descrição do serviço	Unidade do serviço	cimento portland	areia média	brita	Betoneira volume 320 litros, potência 2HP, vida útil 2 anos	ajudante de apoio	Energia betoneira
unidade do insumo		Kg	m ³	m ³	h	h	KWh
classificação		insumo	insumo	insumo	Composição	insumo	insumo
Preparação de concreto virado em obra traço 1:1,25:2,25, resistência 20 MPa	m ³	431	0,442	0,647	1,94	4,40	2,088
Preparação de concreto virado em obra traço 1:2:3, resistência 15 MPa	m ³	332	0,544	0,663	1,94	4,40	2,088
Preparação de concreto virado em obra traço 1:2,75:3,75, resistência 10 MPa	m ³	270	0,608	0,674	1,94	4,40	2,088

- composição auxiliar de nível 2 - é aquela que diz respeito ao custo horário do equipamento utilizado no preparo dos insumos ou diretamente alocado na composição principal (abarcando os aspectos relativos a remuneração do capital investido, depreciação e manutenção do equipamento, para o caso de equipamento próprio ou os valores associáveis à locação do mesmo).

Ou seja, para se chegar ao custo de um serviço, faz-se necessário conhecer o custo dos serviços auxiliares que o compõem e dos equipamentos utilizados na produção. Tomando-se como exemplo o serviço de contrapiso, para obter seu custo é preciso conhecer o custo da produção das argamassas utilizadas neste contrapiso e dos equipamentos empregados na produção de tais argamassas. A fim de facilitar a visualização da estrutura de dependência das composições são apresentados o Quadro 16, o Quadro 17 e o Quadro 18. Observe-se que, nas linhas, tem-se a descrição das composições de custo dos serviços e, em cada coluna, o consumo unitário dos insumos a ela pertencentes.

Quadro 16 – Exemplo de composição principal

Descrição da composição	Unidade do serviço	Oficial	Ajudante direto	Preparo de argamassa traço 1:3 com betoneira	Preparo de argamassa traço 1:4 com betoneira	Preparo de argamassa traço 1:5 com betoneira
unidade do insumo		Hh	Hh	m³	m³	m³
		insumo	insumo	composição	composição	composição
Contrapiso interno sobre laje para edificação multifamiliar, aderido (2,5cm), com argamassa plástica feita em obra traço 1:3	m²	0,46	0,31	0,0336		
Contrapiso interno sobre laje para edificação multifamiliar, aderido (2,5cm), com argamassa farofa feita em obra traço 1:4 compactada	m²	0,52	0,35		0,0336	
Contrapiso interno sobre laje para edificação multifamiliar, aderido (2,5cm), com argamassa farofa feita em obra traço 1:5 compactada	m²	0,52	0,35			0,0336

Quadro 17 – Exemplo de composição auxiliar de nível 1

Descrição da composição	Unidade do serviço	Ajudante de apoio	Cimento portland	Areia média	Betoneira volume 320 litros, potência 2HP, vida útil 2 anos	Energia elétrica
unidade do insumo		Hh	Kg	m³	h	KWh
		insumo	insumo	insumo	composição	insumo
Preparo de argamassa traço 1:3 com betoneira	m³	4,40	364,36	1,14	1,94	2,088

Quadro 18 – Exemplo de composição auxiliar de nível 2

Descrição da composição	Unidade do serviço	Remuneração do capital para betoneira 320 l	Depreciação para betoneira 320 l	Manutenção betoneira 320 l
unidade do insumo				
		Insumo	Insumo	Insumo
Betoneira volume 320 litros, potência 2HP, vida útil 2 anos	R\$ (preço do equipamento novo)	0,0000391	0,00022	0,0000434

Portanto, o cálculo do custo final do serviço exemplificado (contrapiso), que será dado pela composição principal, depende, primeiramente, do cálculo do preço da composição auxiliar de nível 2 (custo horário de betoneira), que será multiplicado pela variável física da “quantidade de equipamento” necessária para executar 1 m³ de argamassa (1,94 horas de betoneira/m³) dentro da composição auxiliar de nível 1 e, finalmente, o resultado do ônus para executar 1 m³ de argamassa será multiplicado pelo indicador de CUM da argamassa apresentado na composição principal (0,0336 m³/m²).

Além da forma de alocação dos custos relativos aos serviços auxiliares, é importante explicitar quais deles⁴⁵ estão contemplados nos indicadores das composições, seja no título das composições, seja numa observação anexa, para que não haja sobreposição de atividades ou falta de sua consideração no orçamento.

Para tanto, sugere-se que se faça, para cada serviço, a representação de um fluxograma contendo as etapas de transformação da matéria-prima e as composições às quais estão alocadas, como o que está exemplificado no Quadro 19.

Quadro 19 – Regras gerais para alocação dos custos das etapas do processo de transformação

Etapas do processo de transformação da matéria-prima em produto					
	Recebimento	Estocagem	Processamento intermediário	Processamento final	Transportes
Regra geral para alocação dos custos	Considerar na composição auxiliar de nível 1	Considerar na composição auxiliar de nível 1	Considerar na composição auxiliar de nível 1 Obs. Aqui estão considerados os consumos de material, mão-de-obra e equipamentos necessários para produzir uma unidade de insumo na obra (1 m ³ , ou 1 kg ou 1 m ²) sem perdas.	Considerar na composição principal Obs. Aqui estão consideradas as perdas de materiais ao longo de todo o processo de transformação, não só as relativas ao processamento final.	Considerar: Transportes no andar de execução do serviço direto: na composição principal Demais transportes: na composição auxiliar de nível 1

No capítulo de Aplicação do Método têm-se exemplos de aplicação destas regras aos casos particulares dos serviços analisados no estudo de caso.

No presente Método optou-se por não se distribuírem as perdas por todas as etapas do fluxograma porque os dados disponíveis geralmente estavam atrelados globalmente ao material necessário para compor o produto final.

⁴⁵ A etapa de transporte, por exemplo, é, em geral, omitida das composições presentes nos manuais orçamentários. No manual de orçamentos TCPO, por exemplo, existe um capítulo dedicado a composições sobre transportes, embora, em alguns serviços, este já esteja sendo considerado nas horas de ajudante dos serviços. Assim, o usuário que inserir, no seu orçamento, uma composição específica para o transporte, além da composição direta do serviço, estará considerando este custo duas vezes no orçamento.

Os consumos de recursos relacionados às *atividades improdutivas* (aquelas que não são necessárias ao serviço direto, nem à produção de insumos, nem são processos auxiliares; por exemplo: o descanso dos trabalhadores, as paradas por problemas de gestão) já estão considerados nos coeficientes da composição principal, uma vez que o indicador a ser adotado é o cumulativo e não o potencial, conforme será detalhado em 6.3.2.

6.2.6 Agrupamento de processos

Devido ao caráter analítico da rede de composições em proposição, existe sempre a possibilidade de prognosticar custos para produtos mais ou menos desdobrados (por exemplo, pode se falar no custo de fôrmas para estrutura de concreto armado como um todo ou para os pilares, vigas e lajes separadamente).

O nível de maior desdobramento só pode acontecer quando houver informações suficientes para tal postura (no caso do exemplo supracitado, é necessário que se conheça a produtividade da mão-de-obra separadamente para pilar, viga, laje e escada).

Ao se determinarem as composições no nível hierárquico de maior desagregação, a determinação da composição mais agregada (aqui denominada de agrupamento de processos) depende de uma definição quanto ao peso representado por composição desagregada que fizer parte da geração do produto agregado (no exemplo citado, seria necessário conhecer os percentuais em área com que pilar, viga, laje e escada contribuem para compor 1 m² de fôrma de estrutura de concreto armado), como mostrado na Figura 22.

Figura 22 – Estrutura de cálculo para agrupamento de composições – caso do serviço de fôrmas

A mesma estrutura representada na Figura 22 para a produtividade pode ser usada também na obtenção do consumo total de materiais e de utilização dos equipamentos.

Tal agregação pode ser maior ou menor e se dá em função do agente que se quer atender e da frequência com que se deseja controlar os custos. Ainda no caso do exemplo anteriormente citado, poder-se-ia falar no custo de produção de estrutura de concreto armado, agregando os esforços relativos a fôrmas, armação e concretagem. Aqui também seria necessário compor percentualmente a contribuição de cada um destes para a estrutura de concreto armado. No Quadro 20 tem-se um exemplo de tais contribuições.

Quadro 20 – Contribuições relativas ao agrupamento dos esforços

Serviço	Para 1m ³ estrutura	Para 1 m ² piso	Percentuais de contribuição nas unidades das composições desdobradas (m ² para fôrmas, kg para armadura e m ³ para concretagem)			
			Pilar	Viga	Laje	Escada
Fôrmas	9,01m ²	2,17 m ²	33%	22%	43%	2%
Armação	91,68 kg	22,69 kg	33%	24%	41%	2%
Concretagem	1 m ³	0,24 m ³	22,4%		77,6%	

Fonte dos dados: Souza et al. (2008)

Em se querendo expressar o custo da estrutura de concreto armado em termos da área construída, o raciocínio a adotar é semelhante ao anterior, tendo-se como diferença a unidade da composição (m² e não m³) e, portanto, a porcentagem de cada produto que constitui a ECA vai ser agregada com base na porcentagem que representa por m² do produto final.

6.3 Tratamento dos dados de entrada da composição: definição da microestrutura

Depois de definida a estrutura do banco de composições de custo para orçamento, tem-se uma proposta de como devem ser abordados os dados de entrada do processo orçamentário, chamados, ao longo do texto, de *microestrutura*.

Na etapa de *microestrutura* é que se tem o entendimento das parcelas componentes do custo de um serviço, em termos de: quantidades de serviço, consumos unitários de materiais, produtividade da mão-de-obra e eficiência no uso dos equipamentos. Este entendimento se deu a partir de pesquisa bibliográfica em trabalhos sobre produtividade do Grupo de Ensino Pesquisa e Extensão de Tecnologia e Gestão da Produção da Escola Politécnica da USP.

Tais trabalhos foram desenvolvidos, ao longo de 17 anos (de 1993 a 2009), pelo orientador da presente tese, Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, e por alunos (de doutorado, de mestrado e de iniciação científica) através de projetos desenvolvidos em parceria com SINDUSCONs⁴⁶ e empresas construtoras/incorporadoras, tanto visando o levantamento e entendimento da produtividade da mão-de-obra quanto do consumo de materiais.

Dentro destes projetos, destaca-se o trabalho de Agopyan et al. (1998), que aborda as perdas de materiais no âmbito nacional, fruto de um projeto conjunto entre 16 Universidades Brasileiras, com o apoio de entidades como SENAI-NE, SINDUSCON/SINDICON, SECOVI/ADEMI e SEBRAE, além de inúmeras Empresas Construtoras.

⁴⁶ SINDUSCONs de São Paulo, Recife, Manaus, Salvador, Goiânia, São Carlos, Santo André, São Caetano, São Bernardo, Osasco, Sorocaba, Jundiaí, Praia Grande.

Os trabalhos cujos dados⁴⁷ de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais foram utilizados nesta tese estão citados no Quadro 21. Quanto à eficiência no uso dos equipamentos (EfEq), a forma de abordagem destes não é oriunda de tais trabalhos, e sim, foi elaborada pela autora desta tese em conjunto com o orientador.

Quadro 21 – Trabalhos-base para definição dos indicadores de RUP e CUM adotados

Serviço		Fontes para o Consumo de Materiais	Fontes para a Produtividade da Mão-de-obra
1	Fôrmas	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001), Freire (2001); Souza et al. (2005)	Araújo (2000), Souza (2001), Freire (2001), Souza (1996), Fachini (2005)
2	Armação	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001), Araújo (2005); Souza et al. (2005)	Araújo (2000), Souza (2001), Araújo (2005), Fachini (2005), Salim Neto <i>et al.</i> (2008)
3	Concretagem	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001); Souza et al. (2005)	Araújo (2000), Souza (2001), Fachini (2005), Obata (2001) Dantas (2006)
4	Alvenaria de vedação	Agopyan <i>et al</i> (1998), Andrade (1999), Souza (2001), Souza et al. (2005)	Carraro (1998), Araújo (2000), Souza (2001)
5	Alvenaria estrutural	Agopyan <i>et al</i> (1998), Andrade (1999), Souza (2001); Souza et al. (2005)	Carraro (1998), Andrade (1999), Souza (2001)
6	Revestimento interno com argamassa	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001); Souza et al. (2005)	Souza (2001), Maeda (2002)
7	Revestimento externo com argamassa	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001); Souza et al. (2005)	Souza (2001), Silva (2003)
8	Revestimento com gesso	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001); Souza et al. (2005)	Souza (2001), Maeda (2002)
9	Revestimento Cerâmico	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001); Librais (2001)	Souza (2001), Librais (2001)
10	Contrapiso sobre laje	Agopyan <i>et al</i> (1998), Souza (2001); Souza et al. (2005)	Souza (2001)

Apesar de não terem sido levantados, os dados de produtividade (e consumo) foram analisados novamente sob outros aspectos: agora o indicador aparece envolto num contexto de definições, como, por exemplo, levando em consideração o *produto* que será construído, as possibilidades de execução com diferentes *processos* e utilizando diferentes *recursos*; além disso, a estruturação proposta propicia uma maior integração entre as informações. São ainda feitos esclarecimentos quanto a questões de gestão em canteiro que estão ligadas diretamente aos custos, como:

- a) associação de critérios de medição dos serviços aos indicadores propostos;
- b) definição de relações ajudante:oficial em concordância com o que se pratica atualmente no mercado;

⁴⁷ Além destes, foram levantados dados de RUP e CUM dos trabalhos elaborados pelos alunos da disciplina “PCC 5833 – Produtividade na Construção Civil” e de cursos de extensão/especialização ministrados fora de São Paulo.

- c) definição da alocação dos custos relativos aos serviços auxiliares (equipes direta e de apoio);
- d) definição sobre como abordar o “consumo horário” do equipamento a ser utilizado levando em conta também os tempos improdutivos;
- e) definição quanto ao melhor indicador de produtividade da mão-de-obra a adotar;
- f) definição quanto ao melhor indicador de consumo unitário de materiais a adotar;
- g) definição de quantitativos (percentuais) voltados ao agrupamento de indicadores.

Seguem-se, então, as diretrizes sobre como abordar cada parcela componente do custo em termos de: quantidades de serviço, consumos de materiais, produtividade da mão-de-obra e eficiência no uso dos equipamentos.

6.3.1 Diretrizes quanto aos levantamentos de quantidades de serviço

Antes de adentrar a discussão quanto aos critérios de medição propriamente ditos, faz-se necessário equalizar a nomenclatura das partes da edificação nos diferentes projetos, pois não é raro encontrar discrepâncias entre os termos usados nos projeto arquitetônico e estrutural.

Uma segunda diretriz geral diz respeito ao critério de medição dos serviços, onde, indica-se que o critério utilizado para o levantamento dos dados de produtividade e consumo em campo seja também utilizado para o levantamento de quantitativos de projetos, que, ainda, deve servir de base para as medições de serviço em obra.

Um critério para levantamento de quantitativos bastante empregado nos manuais de orçamentação nacionais, tanto para alvenaria quanto para revestimentos, é que “devem ser descontados os vãos que excederem a $2m^2$ ”; este artifício, que utiliza uma “área equivalente” - não se tratando nem de área bruta, nem de área líquida - serviria para uma compensação do trabalho que o oficial tem em fazer os requadros deste vão. Todavia, é questionável no que diz respeito aos materiais, pois será feita a solicitação de compra de blocos, por exemplo, com base em uma área que não será preenchida pelos mesmos, gerando uma sobra de material que, de acordo com Agopyan *et al.* (1998), é considerada como perda.

Em suma, o elaborador das composições, usuário do presente método, poderá ter suas composições considerando tanto a área bruta quanto a área líquida, desde que a sua escolha por uma ou outra esteja coerente com os coeficientes propostos.

É importante alertar para o fato de que as perdas de materiais relativas aos arremates, aos detalhes construtivos e às envolvidas em atividades de fluxo - recebimento, estocagem, transportes – deverão estar contempladas no indicador CUM da composição (e não no quantitativo). Da mesma forma, as dificuldades encontradas pela mão-de-obra na execução de

detalhes, reentrâncias e contorno de vãos também deverão estar consideradas no coeficiente de produtividade proposto.

Os exemplos que serão discutidos a seguir (pertinentes à discussão feita com o agente pesquisado desta tese) mostram os cuidados que se deve tomar para definirem-se, coerentemente, os critérios para o levantamento de quantitativos e os coeficientes de consumo dos recursos físicos.

- a) No caso das fôrmas - deverá ser tomada a área líquida de fôrmas, ou seja, aquela que fica em contato com o concreto; desconta-se a área relativa aos encontros entre os elementos; o quantitativo a ser multiplicado pelos indicadores da composição relativos tanto ao material quanto à mão-de-obra é o mesmo, o que implica que quando existir a reutilização da fôrma a quantidade de fôrmas a ser tomada é aquela necessária à execução de 1 andar multiplicada pelo número de vezes em que a fôrma será utilizada (o indicador da composição já está considerando um CUM relativo às utilizações e as suas perdas).
- b) No caso da armação - a mensuração da quantidade de aço, em peso, deverá ser feita, em separado, para cada elemento estrutural a cada pavimento a ser orçado. Esses números são obtidos dos projetos de detalhamento da armadura, levando em conta que a quantidade de aço a ser multiplicada pela composição é a teoricamente necessária, sem considerar perdas; observar que, em alguns casos de quantitativos gerados automaticamente por softwares (de estruturas), estes podem já estar considerando uma perda no quadro geral de aço.
- c) No caso da concretagem – considerar o volume de estrutura de concreto armado.
- d) No caso da alvenaria de vedação – podem ser elaboradas composições tanto considerando a área bruta quanto a área líquida, observando-se a coerência com os indicadores propostos, conforme anteriormente indicado. No caso da aplicação do método, tinham-se os coeficientes de RUP e CUM considerando a área líquida, os quais foram reduzidos (a produtividade foi melhorada) na mesma proporção da quantidade de vãos usual (nos projetos mais freqüentes do universo pesquisado).
- e) No caso dos revestimentos, proceder da mesma forma que para a alvenaria.

6.3.2 Diretrizes quanto à escolha dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo de materiais

Conforme anteriormente exposto na revisão bibliográfica (item 5.2.4), a escolha do indicador de produtividade pode ser feita através de dois caminhos: com base em dados próprios ou em fontes externas especializadas.

O caminho de utilizar indicadores próprios é a indicação primeira, isto se a empresa possuir, com confiabilidade, o valor histórico de suas produtividades; desta forma é possível prognosticar produtividades para obras futuras, chegando a valores próximos do real. Esta prática, porém, apesar de ser coerente, nem sempre é seguida, pois ter um método de coleta, levantar sistematicamente e analisar dados de produtividades não são tarefas muito freqüentemente executadas pelas empresas de construção. Por outro lado, mesmo considerando que a empresa possua tais dados, procurar por outros indicadores do mercado é aconselhável para conhecer o que está sendo praticado ou até mesmo conhecer o dado referencial de produtividade de boas empresas (*benchmarking*). Por isso, a pesquisa em fontes externas especializadas é também importante.

São fontes externas que podem servir de referência para dados de produtividade/consumo: a) manuais de orçamentação; b) indicadores de produtividade calculados com o uso de equações paramétricas levando-se em conta algumas características da obra a ser executada; ou c) escolha de um indicador diante de uma faixa de produtividades atreladas aos fatores que as fazem variar.

Ao desenvolver as composições, o que o usuário do método precisa é ter a melhor informação possível⁴⁸ quanto à produtividade/consumo para elaborar composições precisas.

Para a definição dos indicadores a serem adotados em cada composição é necessário seguir os passos:

- a) Entender da melhor maneira possível - com base num extenso levantamento e processamento de dados de produtividades e consumos da empresa ou com base em informações de fonte externa sobre a produtividade e sua variação com os mais diversos fatores - a faixa de valores em que a produtividade/consumo podem variar e as razões para tal variação. Notar, como já comentado anteriormente, que a variação

⁴⁸ Isto é diferente de, no momento em que o usuário for usar as composições (isto pode ocorrer num momento que tem mais ou menos informações) usar as composições com nível maior ou menor de detalhamento em função das informações de projeto disponíveis. A escolha de qual nível de detalhamento da composição usar irá depender do nível de informações disponíveis sobre o produto que está sendo orçado. Quando se tem poucas informações, o que se recomenda é que se usem as composições mais agregadas da rede, para não ter de tomar decisão no varejo quanto aos fatores presentes.

da produtividade pode se dar em função da ocorrência de anormalidades e em função da variação dos fatores de conteúdo e contexto associados a condições normais de trabalho. Com tal entendimento, seria interessante basear-se numa faixa que representasse a RUP_{cum} (é a indicada numa composição convencional), levando em conta os aspectos a serem considerados para o afastamento da RUP_{pot} para cada serviço (por exemplo, vento forte pode atrapalhar a movimentação de fôrmas com grua, mas pode atrapalhar menos na execução de contrapiso sobre terreno em um subsolo); e entender os aspectos de projeto do produto e de projeto de processo que podem estar presentes e sua influência na eficiência no uso dos recursos. Observar que existem várias formas de correlacionar valores de RUPs a fatores, como, por exemplo, buscando-se informações em:

- manuais de orçamentação: onde cada composição representa um subconjunto de fatores associados a uma dada produtividade cumulativa;
 - trabalhos onde se indicam faixas de valores para a produtividade;
 - trabalhos descritivos de avaliações de produtividade;
 - trabalhos onde se deu tratamento estatístico à variação da produtividade (equações);
 - no conhecimento pessoal e/ou de especialistas.
- b) Definir os fatores que possam caracterizar uma situação interessante de ser representada por uma composição: indicam-se os fatores que tendem a levar a produtividade para o lado esquerdo da faixa proposta (fatores que levam a uma melhor produtividade) e faz-se o mesmo com os que tendem a puxá-la para o lado direito (fatores que levam a uma pior produtividade). Observar que a definição dos fatores a serem incorporados na composição não se dá somente pela análise dos fatores influenciadores da produtividade da mão-de-obra, mas sim, levando-se também em conta aqueles que são relevantes para o consumo de materiais, uma vez que a composição de custo é uma só, contemplando tanto a mão-de-obra quanto os materiais.
- c) Atribuir valores máximos (piores produtividades/consumos), mínimos (melhores produtividades/consumos) e medianos às faixas de produtividade/consumo.
- d) Escolhe-se o valor da RUP_{cum} e do CUM mais cabível por observação da faixa e dos fatores definidos para esta situação, elaborando, desta forma, uma composição que

represente um “subgrupo de condições” a ser representado na rede que está sendo proposta.

A Figura 23 ilustra este raciocínio.

Figura 23 – Quadro-resumo das diretrizes para escolha do indicador de produtividade/consumo

Observar que empresas diferentes podem ter composições diferentes quanto a consideração do contexto, em particular quanto às anormalidades. Por exemplo: empresa privada pode ter composições para mão-de-obra conhecida x local novo de trabalho; já no caso de uma empresa pública, ter este tipo de informação é mais difícil. Portanto, como diretriz geral quanto ao tipo de indicador a adotar, em empresas onde não se conhece exatamente o tipo de mão-de-obra de produção e de gestão, é aconselhável utilizar como coeficiente de produtividade um valor menos otimista e, portanto, mais próximo da extremidade direita da faixa.

Já no caso de empresas onde se tem um maior rigor no controle da mão-de-obra e do consumo de materiais e sabe-se, ainda, que a gestão será eficiente, podem-se adotar indicadores mais ousados, mais próximos do potencial, por exemplo, para prognóstico e controle dos custos.

Outro aspecto importante, é que sempre que forem detectadas alterações da faixa de produtividade vigente no mercado com relação àquelas propostas na bibliografia, alterações nos indicadores das composições da rede devem ser feitas a fim de acompanhar tais mudanças (desde que as mesmas mudanças em tecnologia e gestão estejam ocorrendo na empresa que usará as composições).

A aplicação das diretrizes referentes à escolha do indicador de produtividade adequado à composição será exemplificada no Capítulo 7, item. 7.3.2.

6.3.3 Diretrizes quanto à composição das equipes

No presente método, o indicador de produtividade dos ajudantes diretos é definido com base na produtividade dos oficiais aos quais apóiam e na proporção de ajudantes diretos por oficial. Por exemplo, caso se entenda que há a necessidade de um ajudante direto para cada dois oficiais e a produtividade adotada para o oficial for de $0,5 \text{ Hh/m}^2$ ter-se-á uma produtividade do ajudante direto de $\frac{1}{2} \times 0,50 = 0,25 \text{ Hh/m}^2$.

No caso dos ajudantes de apoio, tal raciocínio não é adotado em função de ter-se, normalmente, uma dificuldade tanto em termos de a equipe de apoio poder dar suporte a diferentes serviços quanto de, por vezes, a equipe direta não conseguir utilizar todo o potencial de suporte dado pela equipe de apoio. Sugere-se, então, como um caminho para a definição das produtividades de ajudantes de apoio, as seguintes etapas:

- a) definição de uma equipe de apoio real e de sua produção caso precisasse trabalhar continuamente durante um período de referência;
- b) definição da fração deste trabalho cabível a um certo serviço sendo apoiado (compartilhamento);
- c) definição da produção da equipe direta para o mesmo período de referência;
- d) cálculo do esforço de apoio cabível aos serviços em estudo.

Observar, ainda, que em situação onde se espere uma demanda por serventia maior (por exemplo: distâncias grandes entre estoques e frentes de trabalho) pode-se ter uma relação mais rica em ajudantes diretos. O tipo de fornecimento dos materiais é outro fator que influencia diretamente na composição da equipe de apoio; por exemplo: transporte de blocos com grua do caminhão para o andar demanda muito menos ajudantes do que se terem os

blocos chegando soltos no caminhão, tendo de ser descarregados manualmente e juntados na forma de pacotes a serem transportados para o andar de uso.

6.3.4 Diretrizes quanto à eficiência no uso dos equipamentos

Após o levantamento bibliográfico e os estudos exploratórios, que mostraram haver incompreensões e até mesmo um desconhecimento no uso das composições de equipamentos propostas nos manuais de orçamentação tradicionais, propõe-se, aqui, um método para sua consideração. Este método foi elaborado a partir do desenvolvimento de uma abordagem analítica para os equipamentos que, tem certa semelhança com o que foi feito para a mão-de-obra, aprimorando-se a idéia de somente distinguir tempos produtivos e improdutivos, passando-se à valorização do tempo disponível⁴⁹ de equipamento.

Nesta tese, no estudo do custo dos equipamentos, um foco maior é dado à lógica de cálculo da sua produtividade, por ser a variável física influenciadora do custo da composição (assim como a produtividade da mão-de-obra e o consumo dos materiais). As variáveis com enfoque econômico (vida útil a ser adotada, tempo em que o equipamento será depreciado, o percentual relativo à manutenção) serão adotadas simplesmente, sem se aprofundar na sua discussão por falta de dados disponíveis para muitos equipamentos de construção e edificações, em particular para aqueles tratados mais de perto nesta tese. Cabe lembrar que os valores de tais variáveis podem ser atribuídos pelos elaboradores da rede de composições com base na eventual prática de cada empresa que será usuária da mesma.

A seguir, então, serão estabelecidos os conceitos⁵⁰ a partir dos quais se puderam propor as composições de custo horário dos equipamentos:

Vida útil de um equipamento - considera o período de tempo que vai desde a aquisição do mesmo até o momento em que se considera que o equipamento não deve mais ser usado para a atividade para a qual foi adquirido.

Horas de equipamento disponíveis para o trabalho - considera a posse de um equipamento durante todo um ano, levando em conta o seu uso ao longo de uma jornada de trabalho. Traduzindo este conceito em números, tem-se: horas de trabalho diárias = 8 horas, 24 dias úteis mensais e 12 meses anuais, totalizando-se 2304 “horas disponíveis para o trabalho”.

Horas de equipamento disponíveis para obra – este conceito contempla a possibilidade de nem sempre haver obra para alocar o equipamento, ficando o mesmo ocioso na empresa. Em geral,

⁴⁹ As idéias desenvolvidas foram submetidas, de uma maneira não formal, a profissionais com experiência no assunto, que não mostraram rejeição às mesmas.

⁵⁰ Alguns destes conceitos foram desenvolvidos pelo orientador e pela autora deste trabalho para aplicação no manual de orçamento TCPO 2008

nos equipamentos utilizados nas composições de custo deste trabalho, adotou-se que ele será usado em 10 dos 12 meses do ano (2 meses sem obra⁵¹).

Horas de equipamento em processamento - Mesmo estando alocado a uma obra, ele pode estar ocioso dentro da mesma; o tempo em processamento é o tempo em que o equipamento é realmente participante de operações.

Horas de equipamento em funcionamento – apesar de um equipamento estar dando suporte ao processamento, ele pode ficar parte do tempo desligado, por exemplo, quando está sendo carregado ou descarregado; o tempo em funcionamento é aquele em que o equipamento está ligado.

Fator de compartilhamento – existem equipamentos que são, em geral, compartilhados entre vários serviços ou entre várias obras. Por exemplo, vide o caso da betoneira, que pode estar envolvida ora na produção de graute para alvenaria estrutural, ora na produção de concreto; ou, então, o vibrador de imersão, que pode estar em duas ou mais obras que tenham a concretagem em dias distintos.

Anteriormente à proposição dos indicadores de eficiência no uso para os equipamentos, faz-se necessário definir, de acordo com a prática de cada empresa, questões relativas à propriedade/alocação do custo dos equipamentos. Estas definições darão um indicativo de quais equipamentos serão de responsabilidade/custo do operário, ou do subempreiteiro (para o caso de mão-de-obra subcontratada), quais deles serão locados e quais pertencem à empresa e, quanto à alocação dos custos: quais serão inseridos nas composições de custo da empresa, quais farão parte de uma lista de equipamentos a serem considerados como custo direto, quais terão seus custos desprezados e quais deles serão considerados na taxa de BDI. Para organizar tais definições, sugerem-se as prescrições mostradas no Quadro 22.

Devido ao fato de alguns equipamentos de pequeno porte (normalmente ferramentas do tipo martelo, serrote etc.) necessários, de baixo custo individual, mas que podem ser significativos em conjunto, quando os mesmos forem de propriedade da empresa, sugere-se alocá-los em uma “listagem de equipamentos /ferramentas”, a qual será computada como custo direto (já

⁵¹ Todavia, esta decisão vai contra a prática quanto à alocação do custo da ociosidade de equipamentos em outras indústrias. Em entrevista feita na etapa de estudo exploratório, um dos consultores de custos consultado disse não ser costume, na indústria convencional, se atrelar ao custo dos produtos o ônus relativo ao tempo de máquina parada. Segundo ele, o fato de o equipamento estar parado é devido a uma ineficiência de gestão da empresa (empresas bem geridas não possuem equipamentos ociosos) e que os produtos, neste caso, as obras, não deveriam ser onerados por esta ineficiência e este custo deveria estar considerado sim no orçamento da empresa. Porém, no caso das composições propostas, ainda assim, decidiu-se considerar, no custo do serviço, e, conseqüentemente, no orçamento da obra, a taxa de utilização de 10 dos 12 meses do ano (10/12) a fim de permitir que os orçamentos estejam coerentes com o que se pratica na construção civil e estejam a favor da segurança.

que tais ferramentas são típicas de uso direto em alguns serviços), mas não atrelados a produtos específicos.

Quadro 22 – Definições quanto à alocação e propriedade dos equipamentos e ferramentas

Serviço	Equipe	Equipamento ou ferramenta	Propriedade				Alocação do custo			
			Sub-empregado	Operário ⁵²	Empresa	Locado	Desprezível	Listagem de equipamentos (custo direto)	Na composição	No BDI
Fôrmas	Oficial + ajudante direto	Serra circular de bancada			x				x	
		Serra circular portátil			x			x		
		Nível a laser			x				x	
		Arco de serra			x			x		
		Lâmina de serra			x			x		
										

Tendo-se definido quais dos equipamentos serão integrantes das composições de custo, procede-se à escolha do indicador de eficiência no uso (ou produtividade) do equipamento, de acordo com os passos a seguir descritos:

Passo 1) levar em conta uma determinada realidade de obra (informação obtida na 1ª etapa do presente método – item 6.1), onde ter-se-ão definidas uma tipologia de obra, a forma de gestão dos equipamentos, algumas condições de execução (em especial quanto ao cronograma), para as quais as redes de composições serão desenvolvidas;

Passo 2) calcular as horas em que o equipamento estará “disponível para obra” (estas serão multiplicadas, posteriormente, pelo preço da remuneração do capital, depreciação e manutenção);

Passo 3) cálculo das horas do equipamento em funcionamento (estas serão multiplicadas, posteriormente, pelo preço da energia elétrica);

Passo 4) tendo-se as horas calculadas no 2º e 3º passos, é preciso fazer a multiplicação destas pelo “preço” dos insumos componentes da composição de custo horário do equipamento (dados como fração do preço do equipamento novo), para os quais existem fórmulas de cálculo mostradas anteriormente na revisão de bibliografia (item 5.4).

No caso dos equipamentos constantes da listagem de equipamentos/ferramentas, o custo a eles associado é diretamente obtido pela multiplicação do número de unidades de cada tipo de equipamento por seu preço unitário.

⁵² Quando de propriedade do operário, o equipamento/ferramenta não deve constar da alocação dos custos da empresa.

E, para a locação de equipamentos, pode-se multiplicar o preço pago por hora de locação pelo número de horas disponíveis para o trabalho, obtidas seguindo o raciocínio já ilustrado. Aqui cabe a observação de que, no caso da locação por período, como, por exemplo, um pagamento ao locador em termos de um valor mensal, obtém-se o valor horário de locação dividindo o valor mensal pelo número de horas de trabalho existentes por mês para determinado padrão de jornada de trabalho usual para as empresas usuárias da rede de composição.

6.4 Construção da rede de composições

“Construir” ou elaborar uma rede de composições significa ordenar as informações sobre as composições (escopo, indicadores, interligações entre informações), mostrando a possibilidade de agrupamento das mesmas. A construção proposta neste Método se dá de baixo para cima, ou seja, da composição mais analítica para a mais genérica. Depois de o banco de composições ter sido construído, o usuário poderá escolher composições mais analíticas ou mais agrupadas.

Uma ilustração da rede de composições montada, extraída da Aplicação do Método, será mostrada na Figura 24, levando-se em conta o caso da montagem da rede de informações necessárias à elaboração da composição para o subsistema estrutura de concreto armado. Nela está representado o arranjo das composições de acordo com o método aqui proposto, mostrando as ligações entre as composições, e, posteriormente, é mostrado o passo-a-passo para montagem da rede de composições.

É importante salientar, ainda, que é possível ter a composição de custo no nível de agregação que se desejar: separadamente para cada elemento ou então agrupadas, chegando até a composição para o subsistema e para a edificação como um todo.

Figura 24 – Exemplo de rede de composições para a estrutura de concreto armado

Têm-se, a seguir, um resumo do passo-a-passo para a construção da rede de composições:

- 1) Determinar o nível mais desagregado para o qual é possível conseguir gerar composições, ou seja, para o qual se tem informações confiáveis quanto aos indicadores e RUP, CUM e EfEq.
- 2) Elaborar a composição para este nível com base em todos os passos propostos no método até então (tanto referentes à macroestrutura quanto à microestrutura).
- 3) Em se desejando composições mais agregadas que esta, siga aos passos seguintes:
- 4) Montar as composições auxiliares de nível 1 – aquelas referentes à produção de insumos – a serem multiplicadas pelos coeficientes de consumo do material (a que esta produção se refere) alocados na composição principal.
- 5) Montar as composições auxiliares de nível 2 – aquelas referentes ao custo horário dos equipamentos.
- 6) Em se tendo posse das composições principais dos componentes e da quantidade destes no subsistema (por exemplo: m^2 de forma por m^3 de estrutura), é possível elaborar composições globais para o subsistema.

Notar que para montar composições mais agrupadas é preciso ter as quantidades relativas das composições mais desagregadas na mais agregada.

Gera-se, desta forma, uma composição global, formada a partir de uma rede de composições mais detalhadas, interligadas por indicadores que levam em conta a relevância de cada uma destas mais detalhadas na composição da de nível mais geral (e imediatamente acima destas).

Um exemplo prático da aplicação dos passos para construção de uma rede de composições é apresentado no item 7.4.

7 APLICAÇÃO DO MÉTODO AO CASO DO SINAPI/CEF

Considerações iniciais sobre a aplicação do método

A aplicação do método se deu no ambiente da Caixa Econômica Federal (CEF)⁵³ através da elaboração de um banco de composições de custo para alimentar o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Neste Sistema ficam armazenadas as composições de custo utilizadas pela CEF como balizadoras para a liberação de recursos para empréstimos e de licitações do Governo Federal.

A seleção do escopo da aplicação se deu por ambos os agentes; os pesquisadores⁵⁴ propuseram, mediante as necessidades apontadas pelos pesquisados⁵⁵ e levando em consideração os trabalhos sobre RUPs e CUMs disponíveis na literatura, os serviços que fariam parte do escopo do trabalho. Foram escolhidos os serviços que demandavam mais material e mão-de-obra e para os quais os pesquisadores já tinham uma experiência mais forte no estudo de produtividades e consumos. Tal idéia foi aceita pelos pesquisados.

O acesso à organização (pesquisada⁵⁶) e às informações sobre o banco de composições pré-existente, bem como sobre os orçamentos por eles elaborados, foi facilitado por ser um trabalho de total interesse por parte dos pesquisados. Os profissionais envolvidos neste projeto mostravam-se empenhados no melhoramento do banco de composições e tiveram, durante toda a pesquisa, uma postura aberta a discussões.

Nesta aplicação foram feitas 9 reuniões de trabalho (ao longo de 16 meses) envolvendo os pesquisadores e pesquisados.

A equipe de profissionais (por parte do pesquisado) envolvida neste projeto foi formada, inicialmente, por um grupo de oito engenheiros, todos já bastante experientes e conhecedores em profundidade das composições até então existentes. A aplicação se deu de acordo com a metodologia de trabalho ilustrada na Figura 25.

⁵³ Foi firmado um convênio entre a Caixa Econômica Federal (CEF) e a Universidade de São Paulo para o desenvolvimento do projeto de pesquisa denominado “Aprimoramento técnico das composições de custo do SINAPI/CEF”. A assinatura do convênio se deu em dezembro de 2006, e o projeto começou a ser desenvolvido efetivamente em fevereiro de 2007, sendo finalizado em maio de 2008.

⁵⁴ Pesquisadores: autora desta tese e seu orientador

⁵⁵ Pesquisados: comitê de engenheiros da CEF responsáveis pela manutenção técnica das composições de custo

⁵⁶ Referindo-se à empresa pesquisada: a Caixa Econômica Federal

Figura 25 - Ciclos de aplicação do Método Proposto

Na primeira reunião, os pesquisados colocaram suas expectativas com relação ao trabalho e apontaram as maiores necessidades quanto às composições de custo.

Na reunião seguinte, os pesquisadores explanaram os conceitos que seriam utilizados durante o trabalho e já apresentaram uma primeira proposta de abordagem para elaboração das composições.

Nas reuniões⁵⁷ seguintes, em geral, uma análise crítica das composições anteriormente existentes era apresentada pelos pesquisadores, as composições propostas (novas) eram mostradas, o grupo criticava/sugeria melhorias, as quais eram discutidas e, se aprovadas, na reunião seguinte estas melhorias eram apresentadas já aplicadas às composições.

Ou seja, o trabalho se desenvolveu através de *ciclos de aprimoramento das composições*, que ocorreram por várias vezes, em geral, sendo dois ou três serviços de construção sendo abordados em cada reunião, até que os pesquisados achassem que as composições eram satisfatórias.

Em paralelo às discussões sobre as composições (parte prática do trabalho), as decisões eram monitoradas pela pesquisadora de modo a alimentar o Método Proposto, o qual foi sendo aprimorado ao longo da aplicação (contribuição teórica do trabalho).

⁵⁷ As reuniões para discussão das composições duravam um dia inteiro. Nem todos os oito engenheiros participaram de todas as reuniões, mas todos estavam cientes do que estava ocorrendo por meio das atas distribuídas após as reuniões. Dois dos engenheiros envolvidos participaram de todas as reuniões.

Tem-se, a seguir, a Aplicação do Método propriamente dita, seguindo os passos mostrados anteriormente no capítulo 6. É importante lembrar que esta etapa tem o intuito de mostrar que o método é aplicável, além de servir de ilustração para o seu uso, tendo por base um caso real.

7.1 Entendimento do contexto

Neste tópico são descritas as demandas quanto à rede de composições a ser elaborada na etapa de aplicação, tanto relativas ao uso quanto ao conteúdo das composições.

O conhecimento do contexto se deu através de reuniões com gestores do SINAPI, de entrevistas, de aplicação de questionário (disponível no APÊNDICE 14), além de pesquisa documental (no banco de composições existente). Analisar as composições pré-existentes, neste caso, foi algo relativo a conhecer melhor o pesquisado, já que, na realidade, desenvolveu-se uma nova rede de composições (e não se aprimorou a rede existente). As análises feitas no banco de composições pré-existentes do SINAPI foram apresentadas nos itens 4.5.1 e 5.6.1.

7.1.1 Quanto ao uso das composições

São questões a serem respondidas nesta etapa inicial:

- a) quem é a empresa “proprietária” da rede de composições – ou sua mantenedora⁵⁸ e com qual objetivo se está orçando;

A empresa mantenedora das composições no caso da aplicação do método é a Caixa Econômica Federal (CEF), principal agente financeiro das políticas públicas do Governo Federal. Além de disponibilizar recursos, a CEF auxilia prefeituras e governos estaduais a projetarem e acompanharem obras promotoras de desenvolvimento urbano. Esta empresa⁵⁹ é responsável pela maioria dos financiamentos ligados à construção no Brasil, tanto no âmbito habitacional como no de saneamento básico e de infra-estrutura; por isso possui um foco especial voltado à área de engenharia civil.

⁵⁸ No presente trabalho, quando se estiver falando de “mantenedora da rede”, este termo estará levando em conta o agente que as mantém e é responsável pela sua atualização.

⁵⁹ Em 1931, a CEF começou a operar a carteira hipotecária para a aquisição de bens imóveis. Cinquenta e cinco anos mais tarde, incorporou o Banco Nacional de Habitação (BNH), assumindo definitivamente a condição de maior agente nacional de financiamento da casa própria e de importante financiadora do desenvolvimento urbano, especialmente do saneamento básico. No ano de 1986, a CEF incorporou o papel de agente operador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), antes gerido pelo BNH. Três anos depois, passou a centralizar todas as contas recolhedoras do FGTS existentes na rede bancária e a administrar a arrecadação desse fundo e o pagamento dos valores aos trabalhadores. (CEF, 2007)

Em virtude do foco em investimentos ligados à Construção Civil (CC), a CEF possui um sistema que serve de base para liberação dos recursos a serem nela (CC) empregados, o SINAPI (mais informações sobre o SINAPI no APÊNDICE 15), o qual necessitava de aprimoramento técnico (das composições e indicadores), de acordo com os pesquisados.

Além dos objetivos primordiais de subsidiar licitações e controlar liberação de recursos por parte da CEF e do Governo Federal, as composições estavam sendo reformuladas com o intuito de atender a outros objetivos, como: motivar o mercado; ajustar os preços dos serviços (indicadores mais coerentes com a realidade, sem grandes folgas), indicar boas práticas; induzir ao entendimento do processo de orçamentação e posterior gestão dentro dos “clientes”.

A fim de situar onde está localizado o Departamento responsável pelo SINAPI dentro da CEF, está apresentado, no ANEXO 3, o organograma da empresa (CEF). Dentro da estrutura organizacional da CEF, a gestão do SINAPI acontece na Gerência Nacional de Gestão da Padronização e Normas Técnicas (GEPAD), vinculada à Superintendência Nacional de Assistência Técnica e Desenvolvimento Sustentável SUDES, que está ligada à Vice-Presidência de Governo (VIGOV).

b) quem são os usuários⁶⁰ (internos e externos) da rede de composições;

O SINAPI é utilizado em todas as análises de orçamentos de obras públicas objeto de repasse de recursos do Orçamento Geral da União (emendas parlamentares), financiamentos de crédito imobiliário (baixa e alta renda), além de financiamento a estados/municípios para infra-estrutura urbana e rural e saneamento ambiental.

No caso da aplicação do método, foram considerados *usuários internos* da rede de composições os cerca de 1.000 (mil) engenheiros e arquitetos no quadro de funcionários, além de mais 4.000 (quatro mil) engenheiros e arquitetos contratados por edital de credenciamento trabalhando ligados diretamente na aprovação e controle de financiamentos para construção civil. Quanto aos usuários autorizados/responsáveis pela manutenção técnica das composições do SINAPI, em 2008 a CEF contava com 30 engenheiros/arquitetos monitorando e atualizando toda a base técnica do banco de dados nacional e em cada estado da Federação são alocados dois engenheiros/arquitetos como mantenedores regionais; totalizavam-se, aproximadamente, 60 profissionais responsáveis pela manutenção/atualização dos bancos de dados do SINAPI.

⁶⁰ O usuário será a empresa/pessoa que esteja utilizando esta rede de composições nos seus orçamentos.

Foram considerados os *usuários externos* todas as empresas de engenharia civil (construtoras, engenheiros, incorporadoras) que fazem uso do Sistema de Financiamento da CEF para construção. A CEF pretende que, através da liberação do acesso dos clientes externos, haja uma indução na melhoria das práticas de obra no mercado como um todo. Dentre os usuários externos, podem-se citar também outros órgãos públicos, como: Tribunal de Contas da União (TCU), Departamento de Polícia Federal (DPF), Ministérios (das Cidades, da Integração, da Saúde, da Educação, dos Transportes, dentre outros), Superior Tribunal de Justiça, diversas prefeituras e órgãos estaduais, Banco do Brasil, Banco do Nordeste do Brasil etc.

Enfim, os *usuários externos* das composições são empresas que, em boa parte dos casos, possuem as mesmas expectativas quanto ao orçamento que outras empresas atuando fora do sistema da CEF e, portanto, as carências indicadas no estudo exploratório podem ser consideradas genericamente válidas para estas empresas.

7.1.2 Quanto ao conteúdo das composições

Foram levantadas também as seguintes informações, a fim de se definirem questões relativas ao escopo das composições e tipos de indicadores a serem adotados:

- c) o tipo de obra provável de ser orçada a partir da rede de composições proposta;

A tipologia para a qual foram elaboradas as composições é para edificações multifamiliares, executadas por empreendimentos com gestão profissional, isto é, executadas por construtoras formalizadas.

- d) os processos a serem contemplados pelas composições;

Os processos abrangidos pelas composições são os que contemplam a execução de: fôrmas, armação e concretagem para estrutura de concreto armado; alvenarias de vedação e estrutural; contrapiso sobre laje; revestimentos com argamassa, cerâmico e com gesso. Estes processos foram escolhidos pela sua importância dentro do custo da obra, por serem grandes consumidores de mão-de-obra e material (possibilidade de maiores ganhos quando bem geridos) e para os quais existiam estudos anteriores contendo dados confiáveis sobre produtividade da mão-de-obra e consumo de materiais. Os materiais e equipamentos contemplados são aqueles que compõem estes serviços (insumos das composições).

- e) as tecnologias utilizadas;

Em virtude da grande diversidade de processos construtivos e conteúdos das obras possíveis de serem financiadas pela CEF, as composições elaboradas a partir do método proposto procuram

contemplar a diversidade de possibilidades, em termos de tecnologias executivas vigentes neste contexto. Por isso, foram escolhidos, para elaboração das composições: equipamentos variados, para obras que demandam transporte vertical ou não, fôrmas com cimbramentos metálicos ou de madeira serrada, aço pré-cortado e dobrado ou cortado e dobrado em obra. Além disso, procurou-se propor composições onde as tecnologias utilizadas sejam atuais e tecnicamente corretas sob o ponto de vista da execução. Esta decisão veio ao encontro de um dos objetivos do pesquisado na reformulação do seu banco de composições, que era induzir boas práticas de execução no mercado.

f) a forma de contratação da mão-de-obra de produção (própria ou subempreitada);

A composições foram elaboradas levando em conta que a mão-de-obra fosse própria. A opção por mão-de-obra própria se deu por proporcionar flexibilidade ao orçamento: assim, é possível eliminar o insumo mão-de-obra e inserir mão-de-obra subempreitada, bastando apenas inserir um item de custo por unidade de serviço em lugar do ônus associado aos operários necessários (não seria possível o inverso: orçando com um valor unitário para o subempreiteiro, não se tem um caminho fácil para transformar este ônus num equivalente de horas de oficiais e ajudantes).

g) a experiência e o treinamento da equipe para o tipo de obra;

Quanto à experiência e o treinamento da equipe, considerou-se mão-de-obra de profissional regular da construção e não a de iniciantes ou a empregada no caso de mutirões.

h) a qualidade e o tipo (opção ou não pela pré-fabricação) dos materiais;

Quanto à qualidade dos materiais a serem empregados, adotou-se que seriam de boa qualidade, atendendo os requisitos das normas técnicas. Contudo, em função da variada gama de usuários das composições, procurou-se adotar, nas composições de materiais e mão-de-obra, características médias de mercado, uma vez que os *usuários externos* não são as empresas *benchmarking* do mercado e sim coerentes com o mercado médio. Esta postura se insere, fisicamente, na escolha do indicador de produtividade e consumo das composições: onde não se considera a $RUP_{potencial}$ e $CUM_{teórico}$, e sim, incluem-se o afastamento da $RUP_{potencial}$ para a $RUP_{cumulativa}$. e as perdas de materiais.

Quanto à pré-fabricação, optou-se por deixar a cargo do usuário a escolha do uso de insumos pré-fabricados ou não; por isso é que foram criadas composições contendo formas pré-fabricadas e fabricadas em obra, o mesmo acontecendo com as armaduras, com o concreto e com as argamassas de revestimento. Esta escolha irá depender da viabilidade e do desenvolvimento

tecnológico local. Nenhuma das opções é a solução “correta” ou aquela “que se tem de utilizar”, mas todas as composições propostas estão dentro da tecnologia considerada correta hoje. Foram adotadas nas composições as tecnologias usuais e as alternativas que mais vem sendo usadas atualmente.

- i) a propriedade (próprios, locados ou do empreiteiro) e o tipo de equipamentos a serem empregados na execução (por exemplo, para transporte: grua, elevador, guincho ou por bombeamento; para trabalhos na fachada: andaime fachadeiro ou balancim);

A primeira definição quanto aos equipamentos foi que o consumo de horas dos mesmos aparecerá explícito na composição. Com isto, pode se ter a flexibilidade de considerar o equipamento como sendo: próprio, locado ou do subempreiteiro. No caso desta aplicação, foram adotados os tipos de equipamentos mais comumente usados no mercado, abrindo-se possibilidades alternativas; por exemplo, para transporte de concreto, tem-se, nas composições, a opção de ter transporte vertical ou não. Quando do transporte vertical, o mesmo pode ser feito com equipamentos variados (grua, bomba ou elevador) ou sem transporte vertical, ou seja, com transporte somente num mesmo nível.

- j) as ferramentas de gestão e controle adotadas (no que diz respeito à: qualidade, produtividade e custos).

Quanto à utilização de ferramentas de gestão, adotou-se que sejam empresas com padrão de gestão coerente com o mercado onde as obras da CEF acontecem; são empresas que fazem gestão, mas que não são as melhores do mercado e tampouco as piores, mas é importante salientar que as composições não foram elaboradas para justificar uma má gestão.

Quanto à frequência do controle de custos e aos agentes a serem contemplados com os relatórios de custo, o universo é bem variável, onde coexistem empresas que possuem controles mais detalhados e outras que o fazem num nível mais agrupado quanto aos itens estudados. Por isso foram propostas composições bastante analíticas, que foram agrupadas em níveis mais genéricos, possibilitando atender tanto ao usuário que deseja um prognóstico mais detalhado quanto que o aborda de maneira mais genérica.

Levando-se em conta este entendimento do contexto, as necessidades de aprimoramento das composições apresentadas pelos gestores (APÊNDICE 16), além daquelas apontadas na análise do banco de composições (4.5.1 e 5.6.1), elaboraram-se novas composições para fazerem parte do banco de composições do Sistema SINAPI/CEF.

7.2 Estruturação das composições de custo: definição da macroestrutura da rede

A definição da macroestrutura da rede, ou seja, a estruturação do banco de composições de custo, passa pelo entendimento e desdobramento dos produtos, processos e recursos segundo os quais as composições serão elaboradas. Tais entendimentos estão a seguir descritos para o caso do SINAPI/CEF, para posterior estruturação das composições.

7.2.1 Desdobramentos dos produtos, processos e recursos

Para proceder ao desdobramento (entendimento analítico) das informações relativas aos produtos, processos e recursos, parte-se do desdobramento do produto (edificações habitacionais multifamiliares, mais especificamente edifícios de múltiplos pavimentos) para posterior desdobramento sob a ótica dos processos e recursos.

Seguindo-se a regra geral de que *“o desdobramento deve ser feito de modo a distinguir partes que podem ter consumos de recursos diferentes*, sendo que o nível de detalhamento a ser atingido *é o nível mínimo que ainda tenha sentido físico, que ainda tenha interesse para análise, caracterizado por uma equipe que o execute no canteiro”*, chegou-se ao produto desmembrado nas suas partes e o nível de analiticidade exemplificados na Figura 19.

Figura 26 – Definição da macroestrutura: produtos x processos

O produto para os quais as composições foram elaboradas e o nível de analiticidade que se pretendia chegar com as composições foram definidos em conjunto com os pesquisados. Desta forma, para o caso da aplicação, estabeleceu-se que:

- vai-se encarar as fôrmas, armaduras e concreto de um determinado elemento (pilar ou viga ou laje ou escadas) como sendo um produto mínimo (que, nesta classificação, está alocado nos “componentes”), já que demandam mãos-de-obra distintas para serem executados;
- a marcação, a elevação e a fixação das paredes de alvenaria, pelo mesmo motivo, poderão ser objeto de uma composição;
- por outro lado, os estribos dos pilares não são, a princípio, tratados em separado, pois normalmente considera-se a existência de uma única equipe responsável por toda a armadura do pilar, conjugando o corte/dobra/pré-montagem/montagem final das “gaiolas” que comporão a estrutura de concreto armado dos pilares.

Já quanto ao desdobramento dos processos, que é uma continuação do desdobramento dos produtos, para poder definir com maior exatidão os processos que estão sendo orçados, critérios/características particulares de desdobramento precisaram ser criados para cada processo. Estas características, por sua vez, estão associadas ao tipo de recurso a ser empregado na execução do mesmo; daí, então, a necessidade de desdobrar conjuntamente produtos, processos e recursos.

As informações tomadas como características fundamentais para comporem o escopo das composições foram escolhidas por serem as mais relevantes para a produtividade e para o consumo de materiais, de acordo com os trabalhos anteriormente citados no Quadro 21. Pretende-se, desta forma, induzir o elaborador das composições à definição de especificações mais completas do serviço, auxiliando, desta forma, na formação do escopo compreendido pelo serviço que está sendo orçado.

Desde a Figura 27 até a Figura 38 são apresentados, na forma de “árvores”, os desdobramentos para os processos abarcados pela aplicação do Método. Tais figuras contém a representação prática (para um caso real) da estrutura que Halpin e Woodhead (1997) abordam genericamente. Estes são exemplos do cruzamento de informações de produto, processo e recursos, a partir dos quais outros desenvolvimentos/aprofundamentos podem ser feitos. Sob este aspecto podem ser encarados como modelos de referência para o desdobramento, e, na falta de algo melhor, o usuário do presente método pode partir destes desenhos e adaptá-los à sua realidade.

7.2.1.1 Para as fôrmas

O desdobramento das informações relevantes para a elaboração das composições de fôrmas teve como ponto de partida a pesquisa de Freire (2001), que serviu para conhecer as possibilidades executivas de cada parte componente de um sistema de fôrmas e também para definir quais destas partes seriam indispensáveis de estarem citadas na composição de custo. Os trabalhos de Araújo (2000) e Fachini (2005) também foram fontes de pesquisa para tal desdobramento, pois forneceram subsídios para a proposição dos indicadores de produtividade, uma vez que apresentavam listas de obras, as suas caracterizações quanto ao sistema executivo, os fatores relevantes quanto à produtividade e o coeficiente de produtividade correspondente.

Durante a elaboração das composições de fôrmas, as dificuldades residiam, principalmente, nas várias possibilidades de arranjos executivos entre seus elementos, que multiplicados por outras características do recurso material (números de utilizações diferentes, pela consideração de formas pré-fabricadas ou feitas in loco e pela escolha de 4 tipos de chapas de compensado diferentes) acabavam gerando um grande volume de informações a ser manipulado. Por isto, para as fôrmas, em especial, foi preciso criar árvores de desdobramento específicas para cada elemento separadamente, conforme mostrado na Figura 27, na Figura 28, na Figura 29 e na Figura 30. Já a elaboração da composição global para o serviço de fôrmas teve como base as possibilidades de agrupamento mostradas na Figura 20.

Figura 27 – Desdobramento: fôrmas para pilares

Figura 28 – Desdobramento: fôrmas para vigas

Figura 29 – Desdobramento: fôrmas para lajes

Figura 30 – Desdobramento: fôrmas para escada

7.2.1.2 No serviço de armação

Os autores que embasaram as informações a constarem do desdobramento para o serviço de armação foram Araújo (2000), Araújo (2005) e Salim Neto et al. (2008), o qual será apresentado na Figura 31.

Figura 31 - Desdobramento do serviço de armação

No caso da armação, a composição pode ser feita, ainda, levando-se em conta que a unidade de mensuração do serviço seja dada em massa (kg ou t) ou em volume (m³ de estrutura).

7.2.1.3 No serviço de concretagem

O serviço de concretagem é normalmente dividido, na sua usual forma de produção em obra, em duas partes: a concretagem de “pilares” e a concretagem de “vigas + lajes + escadas” (a concretagem das escadas pode estar associada a uma das duas partes ou parcialmente a ambas). Essa forma analítica de enxergar a concretagem foi proposta por Araújo (2000) e adotada por Fachini (2005) e Dantas (2006) para o levantamento da produtividade da mão-de-obra. Os trabalhos de tais autores serviram de base para o desdobramento analítico das informações a constarem das composições de concretagem, proposto na Figura 21, anteriormente apresentada.

7.2.1.4 No serviço de alvenaria de vedação

O serviço de alvenaria de vedação é composto por quatro componentes: marcação, elevação, fixação lateral e fixação superior⁶¹. Cada um destes é executado em momentos distintos da produção da alvenaria e podem ser executados por uma mesma equipe ou não; por isso, decidiu-se propor composições separadas para cada componente além da composição global. Os critérios tidos como relevantes no desdobramento das informações relativas à alvenaria de vedação foram extraídos de Araújo (2000) e Souza (2001) e estão apresentados na Figura 32.

⁶¹ Em algumas regiões do Brasil, conhecida pelo termo “aperto” ou encunhamento, quando feita com tijolos.

Figura 32 – Desdobramento: alvenaria de vedação

7.2.1.5 No serviço de alvenaria estrutural

Os critérios adotados para fazerem parte das informações das composições de alvenaria estrutural têm por base levantamentos de produtividade e consumo de materiais feitos por Araújo (2000) e Souza (2001), além de outros levantamentos desenvolvidos por alunos da disciplina PCC-5833 estão apresentados na Figura 33.

Figura 33 – Desdobramento do serviço de alvenaria estrutural

7.2.1.6 No serviço de revestimento interno de paredes com argamassa

Os critérios adotados para este desdobramento têm por base o trabalho de Souza (2001) e Maeda (2002); foram considerados relevantes: a planicidade da superfície, o tipo de aplicação e o tipo de acabamento.

Figura 34 - Desdobramento do serviço de revestimento interno de paredes com argamassa

7.2.1.7 No serviço de revestimento externo de paredes com argamassa

O desdobramento das informações sobre o serviço de revestimento externo (ou de fachada) com argamassa teve sua origem nos trabalhos de Silva (2003) e Souza (2001) e está apresentado na Figura 35. Tais autores citam que uma característica relevante, em se tratando de produtividade do revestimento externo de paredes com argamassa, é quanto ao tipo estrutural adotado para a edificação, uma vez que, quando se tem estrutura de concreto armado reticulada convencional, existe a tendência a se ter um consumo maior de argamassa que quando se trata de alvenaria estrutural. Nos casos em que se tem alvenaria estrutural, as paredes são geometricamente mais precisas que as paredes de vedação em estruturas reticuladas de concreto armado e, portanto, necessitam de menores espessuras para o revestimento com argamassa. Isto faz com que se tenha uma melhor produtividade no primeiro caso.

Uma outra característica relevante é quanto ao tipo de equipamento para suporte do operário na fachada: se balancim ou andaime fachadeiro. A adoção de um ou outro leva a produtividades dos operários bastantes distintas. A consideração de tais equipamentos na elaboração da composição (e da sua descrição) é um aspecto inovador ao se compararem as composições propostas com as existentes nos manuais de orçamento nacionais tradicionalmente utilizados. A questão da projeção ou não da argamassa e do tipo de acabamento, se sarrafeado ou desempenado, também foram levados em conta na geração destas composições.

Figura 35 - Desdobramento do serviço de revestimento externo de paredes com argamassa

7.2.1.8 No serviço de revestimento com gesso

O desdobramento das informações sobre o serviço de revestimento com gesso provém de informações existentes nos trabalhos de Maeda (2002) e Souza (2001) e está apresentado na Figura 36. O tipo de acabamento, o local e a superfície de aplicação foram considerados relevantes na elaboração das composições de revestimento com gesso.

Figura 36 - Desdobramento do serviço de revestimento com gesso

7.2.1.9 No serviço de revestimento cerâmico

O desdobramento das informações sobre o serviço de revestimento cerâmico teve sua origem nos trabalhos de Librais (2002) e Souza (2001) e está apresentado na Figura 37. Foram considerados relevantes: o local e aplicação, a presença ou não de rodapés e o tamanho das placas para constarem das composições de revestimento cerâmico.

Figura 37 - Desdobramento do serviço de revestimento cerâmico

7.2.1.10 No serviço de contrapiso sobre laje

O desdobramento das informações sobre o serviço de contrapiso sobre laje teve sua origem no trabalho de Souza (2001) e está apresentado na Figura 38.

Figura 38 - Desdobramento do serviço de contrapiso sobre laje

7.2.2 Tratamento dado aos serviços auxiliares

Com relação ao tratamento dos serviços auxiliares, conseguiu-se aplicar a estruturação proposta pelo método (em três níveis de composições) em 7 dos 10 serviços estudados.

Três exceções ocorreram: nos casos de fôrmas, armação e revestimento cerâmico. No serviço de fôrmas⁶², os operários que fabricavam a fôrma foram considerados também na composição principal; neste caso não existiu a composição auxiliar de nível 1 (vide Figura 24); além disso, as horas da vida dos equipamentos serra circular e nível, necessários para a produção de 1 m² de fôrma, estão alocados diretamente na composição principal. A composição auxiliar de nível 2 continua existindo, pois considera os custos relativos ao equipamento. Decidiu-se por esta simplificação porque o raciocínio seria muito complicado para separar os dados tanto de RUP como de CUM da fabricação dos dados da montagem e desmontagem para então elaborar uma composição “auxiliar de nível 1” só com fabricação. O serviço de armação, por ser semelhante ao de fôrmas no sentido de ter fabricação e montagem, também teve este tipo de estruturação. Já no serviço de revestimento cerâmico, não foram elaboradas as composições

⁶² A dificuldade seria que os recursos “materiais” estariam, na sua maioria, na composição auxiliar de nível 1, mas algum pouco (indicadores com valores muito pequenos) ainda teria de estar na principal para execução dos ajustes nas formas (atividade atrelada à tarefa de montar e desmontar). Como a produtividade do equipamento tem de ser multiplicada pelo coeficiente de consumo do material principal da composição, o produto resultante seria um valor muito pequeno, perdendo, muitas vezes, o sentido físico.

auxiliares de nível 1 e de nível 2 por se considerar que o próprio operário que faz o assentamento é que mistura a argamassa colante para aplicação da cerâmica, não necessitando, assim, de mão-de-obra de apoio ou de equipamentos.

Quanto à alocação dos custos relativos aos processos auxiliares no orçamento, propõe-se a aplicação do Quadro 19, proposto no Método; no Quadro 23 é mostrada a forma como estas regras para alocação dos custos foram tratadas nas particularidades das composições geradas para os serviços analisados na Aplicação do Método.

Quadro 23 – Aplicação das regras para alocação de custos aos serviços analisados no estudo de caso

Serviço	Recebimento	Estocagem	Transportes	Processamento intermediário	Processamento final
Fôrmas	Das fôrmas prontas ou então dos insumos para a sua produção: composição principal			Embora com características de processamento intermediário, a fabricação das fôrmas está considerada na composição principal e não numa composição auxiliar.	Fôrmas pré-fabricadas (montagem, desmontagem e ajustes): composição principal. Fôrmas fabricadas <i>in loco</i> (fabricação, montagem, desmontagem e ajustes): composição principal.
Armação	Das armaduras prontas ou então dos insumos para a sua produção: composição principal			Embora com características de processamento intermediário, o esforço relativo ao corte e à dobra de armaduras está considerado na composição principal e não numa composição auxiliar.	Armaduras pré-cortadas e pré-dobradas (montagem e colocação das armaduras nas fôrmas): composição principal Armaduras feitas <i>in loco</i> (corte, dobra, montagem e colocação das armaduras nas fôrmas): composição principal
Concretagem	Do concreto pronto: composição principal Dos insumos para a produção de concreto: composição auxiliar de nível 1			Produção do concreto quando virado em obra: composição auxiliar de nível 1 e betoneira utilizada na produção: composição auxiliar de nível 2	Preenchimento das fôrmas com concreto (lançamento, adensamento, acabamento não mecanizado e cura): composição principal.
Alvenarias: estrutural e de vedação	Dos blocos, argamassa encadada ou então dos insumos para a sua produção, barras de aço e insumos para preparo do graute: composição auxiliar de nível 1			Produção das argamassas de assentamento, fechamento superior, chapisco e graute: composição auxiliar de nível 1. Betoneira ou argamassadeira utilizadas na produção: composição auxiliar de nível 2 Corte e dobra das armaduras da alvenaria estrutural: composição principal.	Alvenaria de vedação (marcação, elevação, fechamentos lateral e superior): composição principal. Alvenaria estrutural (marcação, elevação, montagem da armadura e grautamento): composição principal;
Revestimentos com argamassa	Da argamassa encadada ou então dos insumos para sua produção: composição auxiliar de nível 1			Produção das argamassas feitas em obra e preparo das argamassas encadadas: composição auxiliar de nível 1 e argamassadeira utilizada na produção: composição auxiliar de nível 2	Aplicação da argamassa nas paredes internas ou externas: composição principal
Revestimento com gesso	Do gesso em pó: composição auxiliar de nível 1			Preparo do gesso para aplicação: composição auxiliar de nível 1 e misturador-projetor de gesso: composição auxiliar de nível 2	Aplicação do gesso no teto ou na parede: composição principal
Revestimento cerâmico	Das placas cerâmicas e argamassas para rejuntamento e assentamento: composição principal			Esforço e perdas considerados nos coeficientes propostos na composição principal, embora não exista a composição auxiliar de nível 1 (preparo da argamassa encadada), pois é feito no andar pelo ajudante direto.	Preparação da argamassa colante, aplicação e rejuntamento das placas cerâmicas na parede ou no piso: composição principal.
Contrapiso	Da argamassa encadada ou então os insumos para sua produção: composição auxiliar de nível 1			Produção das argamassas feitas em obra e preparo das argamassas encadadas: composição auxiliar de nível 1 e argamassadeira (para encadada) e betoneira (para feita em obra) utilizada na produção: composição auxiliar de nível 2	Aplicação da argamassa de contrapiso sobre a laje (execução de taliscas, metras, lançamento da argamassa e regularização manual): composição principal.

Apesar de as pequenas movimentações já estarem consideradas nas composições, em geral nos coeficientes das composições auxiliares de nível 1, o custo dos sistemas de transporte (elevadores, gruas,...) estão considerados à parte das composições, conforme uma solicitação do pesquisado. A princípio tais custos entram no BDI. O que se propôs, então, foi uma forma de determinação de uma demanda pelos sistemas de transporte para definir o que seria um BDI razoável (note-se que os equipamentos citados seriam apenas parte dos ônus contemplados no BDI), de acordo com o que está colocado no Quadro 24, como uma sugestão aos futuros usuários do presente Método.

Quadro 24 - Cenários para auxiliar na estimativa quanto à necessidade de equipamentos de transporte

Número de pavimentos	Área dos pavimentos (m2)	Quantidade de elevadores	Quantidade de gruas	Tempo de utilização do equipamento (meses)
1 a 2	Qualquer	-	-	-
3 a 4	≤ 600	-	1	8
3 a 4	≤ 600	1	-	6
5 a 8	≤ 300	1	-	8
5 a 8	≤ 300	-	1	8
5 a 8	De 300 a 600	2	-	8
5 a 8	De 300 a 600	1	1	8
9 a 12	≤ 300	2	-	10
9 a 12	≤ 300	1	1	10
9 a 12	De 300 a 600	3	-	10
9 a 12	De 300 a 600	2	1	10

7.2.3 Agrupamento de processos

Conforme indicado no Método, para proceder ao agrupamento dos coeficientes a serem contemplados nas composições de nível hierárquico superior, é necessário conhecer o peso de cada tarefa para poder efetuar o cálculo do consumo dos recursos das composições mais agrupadas.

O peso das tarefas utilizado na Aplicação do Método foi extraído dos trabalhos sobre produtividade anteriores (dos autores do Quadro 21) e serão a seguir apresentados em forma de equações, que têm como variável independente a produtividade da mão-de-obra (sendo que a mesma lógica de cálculo foi também ser utilizada para obtenção do consumo de materiais).

7.2.3.1 No serviço de fôrmas

Na equação 7.1 é mostrada a forma de agrupamento dos indicadores dos elementos do serviço de fôrmas, resultando no indicador de produtividade para este serviço.

$$RUP_{formas} = RUP_{pilar} \times 0,33 + RUP_{viga} \times 0,22 + RUP_{laje} \times 0,43 + RUP_{escada} \times 0,02 \quad (\text{eq. 7.1})$$

7.2.3.2 O serviço de armação

Na equação 7.2 é mostrada a forma de agrupamento dos indicadores dos elementos do serviço de armação, resultando no indicador de produtividade para este serviço.

$$RUP_{armação} = RUP_{pilar} \times 0,33 + RUP_{viga} \times 0,24 + RUP_{laje} \times 0,41 + RUP_{escada} \times 0,02 \quad (\text{eq. 7.2})$$

7.2.3.3 No serviço de concretagem

Na equação 7.3 é mostrada a forma de agrupamento dos indicadores dos elementos do serviço de concretagem resultando no indicador de produtividade global para este serviço.

$$RUP_{concretagem} = RUP_{pilar} \times 0,224 + RUP_{viga / laje / escada} \times 0,776 \quad (\text{eq. 7.3})$$

7.2.3.4 No serviço de alvenaria de vedação

Na execução da alvenaria de vedação, as tarefas de marcação, fixação lateral e fixação superior são medidas pelo seu comprimento, tendo como unidade o metro; já a tarefa de elevação é medida por área, em metro quadrado, e, portanto, para proceder ao agrupamento de tais tarefas, formando a composição global (que tem por unidade o m^2) é necessário, primeiramente, proceder à transformação das RUPs ou CUMs que estão em “m” para “ m^2 ”. Para se proceder a esta transformação, faz-se necessário definir as dimensões de uma parede-padrão, ou seja, aquela mais representativa dos projetos a serem orçados, além de estimar um tamanho de vão também representativo de tais projetos.

A partir de características das obras a serem orçadas pela CEF, utilizando as composições propostas, chegou-se à seguinte definição de parede padrão: em edificações com estrutura de concreto reticulado convencional e fechamento com alvenaria de vedação, a parede-padrão possui 3 metros de largura por 2,40 metros de altura.

No Quadro 25 é mostrado um estudo das quantidades de cada tarefa presente em um m^2 de parede para duas situações: uma onde se considera a área líquida da parede e a outra que considera a área bruta (ou seja: como se não possuísse vãos).

Quadro 25 – Definição da parede-padrão para alvenaria de vedação

Critério de medição		Área líquida ⁶³	Área bruta ⁶⁴
Quantidade de vãos		15%	0%
Área da parede-padrão		$(3 \times 2,4) - 15\% = 6,12 \text{ m}^2$	$3 \times 2,4 = 7,20 \text{ m}^2$
Fator para transformar de m para m^2	Marcação	0,49m/ m^2 parede	0,42m/ m^2 parede
	Fixação lateral	0,78m/ m^2 parede	0,67m/ m^2 parede
	Fixação superior	0,49m/ m^2 parede	0,42m/ m^2 parede

A partir dos dados do Quadro 25, tem-se que, para se chegar à RUP da composição global de alvenaria de vedação é preciso utilizar a equação 7.4, que leva em conta a área líquida de paredes.

⁶³ Área líquida: quando se descontam todos os vãos

⁶⁴ Área bruta: quando não são descontados os vãos

$$RUP_{alvenariaved\ Aliquida} = RUP_{marcação} \times 0,49 + RUP_{fixlateral} \times 0,78 + RUP_{elevação} + RUP_{fixsuperior} \times 0,49 \quad (\text{eq. 7.4})$$

Já para a área bruta, tem-se a equação 7.5.

$$RUP_{alvenariaved\ Abruta} = RUP_{marcação} \times 0,42 + RUP_{fixlateral} \times 0,67 + RUP_{elevação} + RUP_{fixsuperior} \times 0,42 \quad (\text{eq. 7.5})$$

7.2.3.5 Alvenaria estrutural

No caso da alvenaria estrutural, que é composta por duas tarefas (marcação e a elevação), faz-se necessário transformar, também em função do tamanho de parede padrão e do tamanho dos vãos, o serviço de marcação de metro para metro quadrado.

Propõe-se então, a equação 7.6 para se chegar à RUP levando-se em conta a área líquida.

$$RUP_{alvestruttura\ lg\ lobal} = RUP_{marcação} \times 0,49 + RUP_{elevação} \quad (\text{eq. 7.6})$$

Já para a área bruta, tem-se a equação 7.7.

$$RUP_{alvestruttura\ lg\ lobal} = RUP_{marcação} \times 0,42 + RUP_{elevação} \quad (\text{eq. 7.7})$$

7.2.3.6 Demais serviços

Nos demais serviços para os quais o método foi utilizado (revestimentos com argamassa, cerâmico, com gesso e contrapiso), optou-se por não desmembrá-los nos componentes (embora seja possível), não necessitando, portanto, de critérios para agrupamento.

7.3 Tratamento dos dados de entrada da composição: definição da microestrutura

Conforme anteriormente descrito em 6.3, na etapa chamada de microestrutura é que se tem o entendimento das parcelas componentes do custo de um serviço, em termos de: quantidades de serviço, consumos de materiais, produtividade da mão-de-obra e produtividade dos equipamentos, sendo que tais parcelas tiveram a sua aplicação ao caso SINAPI/CEF conforme o que segue.

7.3.1 Considerações sobre aplicação das diretrizes quanto aos levantamentos de quantidades de serviço

Na etapa de aplicação, foi indicado aos pesquisados que os levantamentos e medições fossem feitos de acordo com o item 6.3.1 do Método proposto a fim de que haja coerência entre as composições propostas tanto com o levantamento de quantitativos a ser feito no momento da orçamentação quanto com as medições de serviço durante a execução da obra.

7.3.2 Aplicação das diretrizes quanto à escolha dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais

Os passos propostos no item 6.3.2 do Método - para escolha do indicador de produtividade e consumo unitário de materiais - foram aplicados a todos os serviços em estudo na presente tese. A seguir será exemplificada a escolha do indicador a ser adotado no serviço de fôrmas:

- a) O entendimento da faixa de valores que a produtividade pode variar e as razões para esta variação se deu através de levantamento de informações sobre RUPs e CUMs de fonte externa. Fontes externas pesquisadas: manuais de orçamentação, trabalhos contendo faixas de valores para a produtividade e outros envolvendo a aplicação de tratamento estatístico à variação da produtividade, além do conhecimento pessoal dos pesquisadores e dos pesquisados. No Quadro 26 são mostrados os subsídios para a escolha do indicador para o serviço de fôrmas, as fontes pesquisadas e sua caracterização, os fatores considerados relevantes para cada autor e os valores a estes associados.

Quadro 26 – Subsídios para escolha do indicador de produtividade da mão-de-obra: exemplificação para o serviço de fôrmas

Fonte	Caracterização dos dados de produtividade	Forma de apresentação das produtividades	Fatores apontados como relevantes	Exemplos de valores	
Araújo (2000) Dissertação de mestrado	Levantamento de campo de produtividade em 7 obras e associação com fatores influenciadores (no nível da subarefa) através de análise estatística.	Tabelas detalhadas contendo, para cada obra estudada, RUPs (mínimas, medianas e máximas) para pilares, vigas, lajes, escadas (descendo ao nível das subtarefas) e para todos os elementos conjuntamente.	a) Tipo de aparelho usado na locação do pilares b) Forma de aprumar pilares (pelas faces ou pontaletes) c) Presença de tirantes externos (travamento pilares) d) Presença de tirantes laterais (cimbramento vigas) e) Presença de vigas nas lajes f) Escadas executadas simultaneamente ao pavimento ou não g) Tempo de ciclo de um pavimento h) Valor adicional (R\$) recebido pela execução	Valor mediano para todos os elementos conjuntamente: $RUP_{\text{oficial}} = 0,81 \text{ Hh/m}^2$	
Souza (2001) Tese de livre docência	Levantamento de campo e posterior tratamento estatístico dos dados.	Faixas de variação da RUP ou CUM Fórmulas de regressão linear (tendo como variáveis os fatores influenciadores qualitativos e quantitativos)	Idem a todos os itens de Araújo (2000) e ainda mais: a) nivelamento de pilares através dos painéis ou dos gastalhos; b) seções medianas dos pilares; c) utilização de barras de ancoragem ou tirantes perdidos no travamento dos pilares; d) geometria da estrutura (maior ou menor facilidade na desforma); e) comprimentos de vigas; f) quebra equipamento de transporte; g) ocorrências climáticas prejudiciais (vento fortes, chuvas); h) efeito aprendido com relação à 1ª montagem de uma porção repetitiva; i) rotatividade da mão-de-obra; j) retrabalhos.	$RUP_{\text{pot}_{\text{glob}}}$ mediana (Hh/m^2)	Equação para cálculo da RUP pot_{glob}
				Pilar = 0,85	<u>Colocação gastalho:</u> $0,228-0,774\text{Asp}^{**}$ $+0,131N_{\text{gast}}$ <u>Montagem 3 faces:</u> $0,804-1,53\text{Asp} - 0,274P_{\text{pont}}$ <u>Montagem 4ª face</u> $0,853-2,36\text{Asp}-0,11\text{Banc}-0,269\text{Text}$
				Viga = 1,18	$2,43 - 0,558 \text{MedL} + 0,267\text{TL}$
				Laje = 0,69	Não apresenta
				Escada = 1,93	Não apresenta
				$\text{Todos}_{\text{pot}} = 0,88$	
				$\text{Todos}_{\text{cum}} = 1,05$	

TCPO (2003). Manual de composições de custos		Em geral, as produtividades são valores médios de mercado fornecidos por empresas construtoras, especialistas ou fornecedores. Especificamente para fôrma dos elementos (pilar, viga, laje e escada): os dados são oriundos de trabalhos acadêmicos.	Fôrmas em geral: valores determinísticos contemplados em cada composição. Fôrmas dos elementos (pilar, viga, laje e escada): composição determinística utilizando a mediana + faixas de produtividade.	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de fabricação - Tipo de elemento (pilar, viga, laje, escada ou todos) - Tipo de molde - Tarefas contempladas (fabricação, montagem e desmontagem) - número de utilizações 	Considerando-se uma fôrma: <ul style="list-style-type: none"> - feita em obra - todos os elementos - com chapa de compensado resinado - fabricação, montagem, desmontagem - 3 utilizações: $RUP_{\text{oficial}} = 1,40 \text{ Hh/m}^2$
Fachini (2005) Dissertação de mestrado		Levantamento de dados em 2 obras (de 10 e 20 pavimentos tipo).	Tabelas contendo RUPs cumulativas e potenciais por pavimento, dados apresentados no nível da sub tarefa e agrupados no nível da tarefa.	Não levantou os fatores associados a estas produtividades (objetivo deste trabalho era gerar subsídios para o planejamento operacional), embora tenha apresentado características das obras: fôrmas prontas, pilares travados com sanduíche metálico e com barra de ancoragem, escoramento e travamento das vigas: garfo de madeira e escoramento das lajes: torres metálicas, reescoramento: escoras metálicas, fôrmas de escadas feitas em obra.	<u>Montagem e desmontagem de fôrmas</u> $RUP_{\text{cum}} \text{ Pilar} = 0,47 \text{ Hh/m}^2$ $RUP_{\text{cum}} \text{ Viga} = 0,58 \text{ Hh/m}^2$ $RUP_{\text{cum}} \text{ Laje} = 0,40 \text{ Hh/m}^2$ $RUP_{\text{cum}} \text{ Escada} = 2,12 \text{ Hh/m}^2$ $RUP_{\text{cíclica}} = 0,50 \text{ Hh/m}^2$
RSM eans (2008) Manual de custos		Não apresenta a metodologia de levantamento das RUPs e o número de obras estudadas, embora explicita que “a produtividade proposta é baseada em condições de trabalho reais”, acrescenta ainda: “as produtividades são levantadas em um período de tempo suficiente para que as anormalidades não venham a interferir na produtividade e o coeficiente possa refletir a média típica”.	Valores determinísticos para cada composição, de forma implícita uma vez que mostra somente os dados de: produção diária, tamanho e formação da equipe e número de horas de trabalho.	Para as vigas: <ul style="list-style-type: none"> - interior ou exterior - largura - número de usos - inclinada ou não - altura Para os pilares: <ul style="list-style-type: none"> - material - diâmetro - número de usos Para as lajes: <ul style="list-style-type: none"> - número de usos - material - altura 	$RUP \text{ Pilar} = 6,60 \text{ Hh/m}$ $RUP \text{ Viga} = 1,80 \text{ Hh/m}^2$ $RUP \text{ Laje} = 0,90 \text{ Hh/m}^2$

*Neste caso, a parcela da RUP referente à fabricação deveria ser dividida pelo número de utilizações e acrescentada a RUP da montagem/desmontagem pra poder ser comparada com as demais.

**Variáveis componentes das equações propostas por Souza (2001): Asp = área de seção dos pilares (m^2); Ngast = nivelamento dos galstalos (não=0 e sim=1); P_{pont} = prumo dos pontaletes (não=0 e sim=1); Banc = barra de ancoragem (não=0 e sim=1); Text = tirantes predominantemente externos (não=0 e sim=1). MedL = mediana dos comprimentos das vigas (m) e TL = tirantes laterais (0=não e 1=sim).

- b) Foram definidos os fatores relevantes na caracterização da composição, os quais contemplam tanto os fatores influenciadores da RUP quanto do CUM.

Os fatores influenciadores da RUP foram extraídos do Quadro 26 e os relativos ao CUM tiveram duas fontes de pesquisa: uma para o consumo de chapa de compensado (trabalho de Souza (2001)); e outra para o consumo dos demais elementos componentes do sistema de fôrmas (madeira serrada, H20, escoras metálicas, vigas metálicas, sanduíches metálicos e sanduíches de madeira para travamento) – sendo que estes últimos foram levantados em projetos de fôrmas, por falta de pesquisas anteriores que contivessem estas informações.

Os seguintes fatores foram citados por Souza (2001) como sendo influenciadores no consumo de chapas de compensado; ter-se-ão perdas menores, se:

<u>Na fabricação</u>	<u>Na montagem e desmontagem</u>
✓ Existência de projeto de fôrmas feito por especialista.	✓ Concepção do processo de montagem/desmontagem de maneira a minimizar a danificação dos painéis.
✓ Elaboração de plano de corte das chapas de compensado.	✓ Concepção do jogo de formas de modo a minimizar o contato de argamassa com o topo dos painéis.
✓ Uso de equipamentos apropriados na fabricação.	✓ Evitar o uso de pés-de-cabra na desforma.
	✓ Uso de desmoldantes.
	✓ Adoção de compensados de boa qualidade
	✓ Quanto maior o numero de utilizações, maiores perdas.

Isto posto, seguem, no Quadro 27, os fatores escolhidos por caracterizarem uma situação interessante de ser representada pelas composições referentes ao serviço de fôrmas.

Quadro 27 – Fatores escolhidos para a elaboração das composições de forma

Fator a ser levado em conta na composição	Caracterização do fator
Tipo de molde	- Compensado - Plastificado - Resinado
Espessura da chapa de compensado (12 ou 18 mm)	- 12 mm - 18mm
Tipo de travamento dos pilares	- madeira serrada e tirantes - sanduíche de aço e tirantes
Tipo de travamento das vigas	- garfo de madeira - madeira serrada e tirantes - sanduíche de aço e tirantes
Tipo de escoramento das vigas	- garfo de madeira - escora metálica
Tipo de escoramento das lajes	- pontalete - escora metálica
Vigamento das lajes	- viga pré-fabricada de madeira “H20” - viga metálica - madeira serrada
Tipo de fabricação das fôrmas	- feita em obra - pré-fabricada
Número de utilizações da fôrma	1, 2, 4, 8, 12

c) Foram, então, atribuídos valores máximos e mínimos às faixas de produtividade e consumo⁶⁵ (coerente com os fatores que se considerou estarem associados à situação em estudo). No exemplo mostrado, da Figura 39 à Figura 42, os valores mostrados consideram 1 utilização da fôrma.

Figura 39 – Faixas de CUM e RUP adotadas para fôrmas de pilares

Figura 40 – Faixa de RUP adotada para fôrmas de vigas

⁶⁵ Souza (2001) apresenta faixas de variação de perdas de fôrmas, sendo que considera perda igual a zero para as fôrmas que forem pré-fabricadas; para as fabricadas em obra, a perda considerada varia de 3 a 10% na atividade de fabricação e na montagem e desmontagem a perda varia de 5 a 10%.

Figura 41 – Faixa de RUP adotada para fôrmas de lajes

No caso da elaboração da faixa para fôrma de escada, foram consideradas somente fôrmas feitas em obra⁶⁶, uma vez que não se encontraram publicações contendo o histórico de dados de produtividade para montagem/desmontagem de formas pré-fabricadas de escada (e também não se considerou que tal postura seja relevante em termos das práticas atuais da Construção nacional).

Figura 42 – Faixa de RUP adotada para fôrmas de escadas

- d) Escolha do valor da RUP e da CUM mais cabível por observação da faixa e fatores definidos (composição representativa de um “subgrupo de condições”). Indica-se, a seguir, uma composição gerada com tal raciocínio.

Supondo-se que:

- ✓ o pilar seja feito de compensado plastificado de 18 mm com travamento de sanduíche de aço e tirante com 1 utilização, pré-fabricado;
- ✓ a viga seja de compensado plastificado de 18 mm com escoramento-travamento com garfo de madeira serrada, com 1 utilização, pré-fabricada;

⁶⁶ Escoramento com pontaletes e vigamento com vigas de madeira serrada.

- ✓ a laje de compensado plastificado de 18 mm com escoramento de escora metálica com vigamento metálico, com 1 utilização, pré-fabricada;
- ✓ a escada de compensado plastificado 18 mm com escoramento de pontalete, com vigamento madeira serrada, com 1 utilização, fabricada in loco.

A partir destas características/fatores, ter-se-ão as RUPs e CUMs para as composições de cada elemento mostradas no Quadro 28.

Quadro 28 – Indicadores de RUPs e CUMs adotados para as tarefas de fôrmas

	Carpinteiro (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Forma pré-fabricada (m ²)	Compensado plastificado (m ²)	Madeira serrada (m ³)	Sanduiche metálico (m)	Viga metálica (m)	Escora metálica (un)	Prego (kg)	Desmoldante (l)
Composição do Pilar (m ²)	0,7	0,11	1,15	-		1,87	-	-	0,06	0,006
Composição da viga (m ²)	0,99	0,15	1,15	-		-	-	-	0,05	0,006
Composição da laje (m ²)	0,63	0,09	1,15	-		-	2,10	0,55	0,06	0,006
Composição da escada (m ²)	3,62	0,54	-	1,20	0,087	-	-	-	0,20	0,006

Ter-se-ão ainda os seguintes CUMs e RUPs para a composição global (obtida pela lógica de agrupamento de processos proposta no item 6.2.6 do Método):

Quadro 29 – Indicadores de RUPs e CUMs calculados para o serviço de fôrmas

“Fôrma para edificação multifamiliar com estrutura de concreto armado para estrutura como um todo de compensado plastificado de 18 mm travamento dos pilares de sanduíche de aço e tirantes com escoramento das vigas com garfo de madeira com escoramento das lajes com escora metálica com vigamento de metálico com 1 utilização, pré-fabricada.”									
Unidade do serviço m ² de fôrma em contato com concreto									
Carpinteiro (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Forma pré-fabricada (m ²)	Compensado plastificado (m ²)	Madeira serrada (m ³)	Sanduíche metálico (m)	Viga metálica (m)	Escora metálica (un)	Prego (kg)	Desmoldante (l)
0,79	0,12	1,13	0,02	0,002	0,62	0,90	0,24	0,06	0,006

Desta forma, a composição representativa de um subgrupo de condições está montada, tendo os indicadores de RUP e CUM coerentes com tais condições.

Este procedimento leva à elaboração de composições bastante específicas, uma vez que, ao se aplicar o Método, optou-se pelo caminho de que as mais importantes variações de conteúdo e contexto são incorporadas à descrição das composições; para cada situação existe um coeficiente de produtividade e de consumo de materiais correspondente, o que implica em se

ter uma composição de custo com indicadores determinísticos para cada condição considerada relevante. Esta estratégia permite que os dados dos indicadores sejam escolhidos pelos usuários de uma forma sistêmica, reduzindo a subjetividade na escolha do indicador, além de ser facilmente “lido” por sistemas computacionais.

7.3.3 Aplicação das diretrizes quanto à composição das equipes

A composição das equipes adotada na aplicação do método tem por base as formações de equipes sugeridas nos trabalhos dos autores citados no Quadro 21, ou seja, são organizações do trabalho vigentes em obras com boa produtividade e estão apresentadas no Quadro 30.

Quadro 30 – Relação oficial x ajudante direto nos serviços estudados

Serviço	Equipe típica adotada	
	Oficial	Ajudante direto
Fôrmas	1	0,15
Armação	1	0,15
Concretagem	1	1
Alvenaria de vedação	1	0,75
Alvenaria estrutural	1	1,15
Revestimento externo com argamassa	1	0,67
Revestimento interno com argamassa	1	0,67
Contrapiso	1	0,67
Revestimento com gesso	1	0,33
Revestimento cerâmico	1	0,33

Nos trabalhos de produtividade pesquisados, observou-se que a relação de 1 ajudante direto para 1 oficial, preponderante nos manuais de orçamento nacionais, não é mais utilizada atualmente. De acordo com os trabalhos de Araújo (2005) e Fachini (2005), os quais fizeram análises de produtividade de fôrmas e de armação, os ajudantes não aparecem mais nas equipes, ou, quando aparecem, isto acontece na relação de 1 ajudante direto para 7 oficiais. Para serviços como concretagem (trabalho de Dantas, 1999) e alvenarias (trabalho de Andrade, 1999), a relação mostrou-se mais próxima do 1:1.

No caso dos ajudantes de apoio, seguiram-se as etapas do Método para a definição das produtividades. Tomando-se como exemplo os ajudantes de apoio utilizados na concretagem (na produção de concreto em obra):

- a) definição de uma equipe de apoio real e de sua produção caso precisasse trabalhar continuamente durante um período de referência;

Equipe de apoio definida: 3 operários, sendo 1 operando a betoneira e 2 carregando os insumos.

Período de referência: 2 semanas, com 44h de trabalho cada.

- b) definição da fração deste trabalho cabível a um certo serviço sendo apoiado (compartilhamento);

100% do tempo dedicado à produção de concreto, ou seja, sem compartilhamento.

- c) definição da produção da equipe direta para o mesmo período de referência;

Supondo-se que sejam concretados 60m³ a cada 2 semanas.

- d) cálculo do esforço de apoio cabível ao serviço em questão.

$$3 \text{ Homens} \times 44\text{h} \times 2 \text{ semanas} = 264\text{Hh} / 60\text{m}^3 = 4,40 \text{ Hh/m}^3$$

Ou seja, de acordo com este raciocínio, chegou-se à demanda por mão-de-obra de apoio para concretagem.

7.3.4 Aplicação das diretrizes quanto à eficiência no uso dos equipamentos

De acordo com o indicado no Método, antes de propor os indicadores de produtividade para os equipamentos, faz-se necessário definir questões relativas à propriedade e alocação do custo dos equipamentos no orçamento. No caso das composições elaboradas para o SINAPI/CEF, foi adotada uma postura que está esquematicamente apresentada no Quadro 31.

Quadro 31 – Exemplo de definições quanto à alocação e propriedade dos equipamentos e ferramentas

Serviço	Equipe	Equipamento ou ferramenta	Propriedade				Alocação do custo			
			Sub-empregado	Operário ⁶⁷	Empresa	Locado	Desprezível	Equipamentos e ferramentas	Na composição	No BDI
Fôrmas	Oficial + ajudante direto	Serra circular de bancada			x				x	
		Serra circular portátil			x			x		
		Nível a laser			x				x	
		Arco de serra			x			x		
		Lâmina de serra			x			x		
		Metro		x			x			
		Alavanca			x			x		
		Rede para deforma			x			x		
Armação	Oficial + ajudante direto	Policorte com mesa			x				x	
		Máquina de solda			x			x		
		Tesoura de cortar ferro			x			x		
		Chaves de dobrar ferro			x			x		

⁶⁷ Quando de propriedade do operário, o equipamento/ferramenta não deve constar da alocação dos custos da empresa.

Concretagem	Oficial + ajudante direto	Vibrador de imersão com motor e mangote			x				x	
		Régua para sarrafeamento			x			x		
	Ajudante de apoio	Betoneira			x				x	
		Jerica			x			x		
		Padiola			x		x			
Alvenaria de vedação	Oficial + ajudante direto	Colher		x			x			
		Escantilhão			x			x		
		Prumo			x			x		
		Régua de prumo			x			x		
		Bisnaga			x			x		
	Ajudante de apoio	Argamassadeira			x				x	
Alvenaria de vedação	Oficial + ajudante direto	Colher		x			x			
		Escantilhão			x			x		
		Prumo			x			x		
		Régua de prumo			x			x		
		Bisnaga			x			x		
	Ajudante de apoio	Argamassadeira			x				x	
		Betoneira			x				x	
Revestimento interno e externo com argamassa	oficial + ajudante direto	Colher		x			x			
		Régua para sarrafeamento			x			x		
		Desempenadeira		x			x			
	ajudante de apoio	Argamassadeira			x				x	
		Betoneira			x				x	
Contrapiso	oficial + ajudante direto	Régua para sarrafeamento			x			x		
		Colher	x				x			
	ajudante de apoio	Betoneira			x				x	
Revestimento cerâmico	oficial + ajudante direto	Colher	x				x			
		Desempenadeira		x			x			
		Máquina para cortar cerâmica			x			x		
Revestimento com gesso	oficial + ajudante direto	Colher	x				x			
		Régua para sarrafeamento		x			x			
		Desempenadeira		x			x			
		Misturador-projetor de gesso			x				x	
Uso em vários serviços		Elevador de carga				x				x
		Elevador de passageiros				x				x
		Grua				x				x
		Andaimes internos			x			x		
		Andaimes externos				x				
		Plataformas				x				x
		Balancim				x				x

Após definir quais dos equipamentos farão parte das composições de custo, segundo o Método proposto, calcula-se o custo horário dos equipamentos em cada serviço.

Lembrar que, para se chegarem aos indicadores de eficiência no uso dos equipamentos, uma realidade de obra foi definida juntamente com os pesquisados, levando-se em conta uma tipologia de obra característica, semelhante àquelas financiadas pela CEF, e para as quais as redes de composições foram desenvolvidas.

Exemplifica-se, a seguir, o raciocínio desenvolvido para chegar ao coeficiente de eficiência de um dos equipamentos contemplados no trabalho com a CEF: a serra circular utilizada no serviço de fôrmas.

Passo 1) Considerar uma determinada realidade de obra
<p>Edificação multifamiliar</p> <p>Quantidade de serviço: 600 m² de fôrmas / pavimento</p> <p>Equipe: 4 carpinteiros</p> <p>Produtividade na fabricação de fôrmas: 1,5 m²/h</p> <p>Serra circular 3HP com mesa⁶⁸ (3HP = 2,238 KW)</p> <p>Fator de compartilhamento com outros serviços: 0%</p> <p>Ciclo de 1 semana para montar/desmontar as fôrmas de um pavimento.</p>
Passo 2) Calcular as horas em que o equipamento estará disponível para obra
<p>Observação 1: as fôrmas apresentam uma peculiaridade que dificulta o cálculo do custo horário da serra circular, qual seja, o fato deste equipamento ser usado tanto para a fabricação como para a execução de ajustes na fôrma durante a montagem/desmontagem; por isso, estas horas estão calculadas separadamente.</p> <p><u>Fabricação</u></p> <p>$(600\text{m}^2 \times 1,5 \text{ Hh/m}^2) / 4 \text{ Homens} = 225 \text{ horas para fabricar 1 jogo de fôrmas}$</p> <p>$(225\text{h ciclo}/600 \text{ m}^2) = 0,375\text{h da serra circular /m}^2 \text{ de fabricação forma}$</p> <p>Considerando que se use somente 10 dos 12 meses do ano: $0,375 / (10/12) = 0,45 \text{ h de serra/m}^2 \text{ forma}$</p> <p><u>Montagem e desmontagem</u></p> <p>Número de horas por ciclo (por pavimento): 44horas semanais x 4 semanas =178horas/mês+ 18horas (2x9h = em 2 sábados) = 194 horas, mas como se fazem 4 ciclos por mês: 48,5 horas cada ciclo.</p> <p>$(48,5\text{h ciclo}/600\text{m}^2) = 0,081 \text{ de serra/m}^2 \text{ de fôrma p/ ajustes na montagem e desmontagem}$</p> <p>Considerando que se use somente 10 dos 12 meses do ano: $0,081 / (10/12) = 0,0972 \text{ h de serra circular/m}^2_{\text{forma}}$</p>
Passo 3) Calcular as horas do equipamento em funcionamento

⁶⁸ Fonte da especificação do equipamento: Revista "Informador das Construções" -fev 08

Fabricação Adotou-se que a serra fica ligada em 30% do tempo na fabricação

$$0,45 \text{ hora} \times 0,30 \times 2,238 \text{ KW} = 0,30 \text{ KWh/m}^2$$

Montagem e desmontagem Adotou-se que a serra fica ligada 10% do tempo na montagem e desmontagem

$$0,0972 \text{ hora} \times 0,10 \times 2,238 \text{ KW} = 0,022 \text{ KWh/m}^2$$

Levando-se em conta o número de utilizações da fôrma, têm-se o consumo de energia do Quadro 32.

Quadro 32 – Consumo de energia elétrica em função do número de utilizações da fôrma

FÔRMAS FABRICADAS EM OBRA		
Número de utilizações	h/m ²	energia (KWh/m ²)
1 uso	0,45+0,0972=0,5472	0,3220
2 usos	0,45/2+0,0972=0,3222	0,1720
4 usos	0,45/4+0,0972=0,2097	0,0970
8 usos	0,45/8+0,0972=0,1534	0,0595
12 usos	0,45/12+0,0972=0,1347	0,0470
18 usos	0,45/18+0,0972=0,1222	0,0387
FÔRMAS PRÉ-FABRICADAS		
Número de utilizações	h/m ²	energia (KWh/m ²)
qualquer	0,0972	0,0220

Observação 2: no caso deste exemplo, não é necessária a inclusão da mão-de-obra exclusiva do “operador” na composição do equipamento, uma vez que os indicadores de produtividade dos ajudantes de apoio (presentes na composição de custo) já contemplam as horas empregadas na operação do equipamento.

Passo 4) Multiplicação das horas pelo custo horário do equipamento

Para cálculo do custo horário, é necessário estimar uma situação de utilização do equipamento.

Neste exemplo, foi definida a seguinte situação em conjunto com os pesquisados:

n = 2 anos, Vr = 0, Manutenção: 20% C_{inicial}/ano, i = 12% ao ano

a = 2304 horas disponíveis para o trabalho (8h/dia * 24 dias úteis/mês * 12 meses/ano)

$$V_0 = 2.000,00$$

Quadro 33 – Cálculo do custo horário do equipamento serra elétrica

Tipo de custo	Equação de cálculo	Valor resultante (R\$)
P1 – custo de propriedade (capital)	$P1 = (0,12 \times ((V_0 - 0)/2) \times (2+1)/2 + 0) / 2304$	$P1 = 0,0000391 \times V_0$
P2 – custo de propriedade (depreciação)	$P2 = (V_0 - 0) / (2 \times 2304)$	$P2 = 0,00022 \times V_0$
M – custo de manutenção	$M = 0,2 \times V_0 / (2 \times 2304)$	$M = 0,0000434 \times V_0$
Supondo o preço inicial da serra (V ₀) = R\$ 2.000,00		R\$ 0,61/hora

Multiplica-se, então, as horas em que o equipamento estará disponível para a obra (calculado no passo 2) pelo valor resultante do custo horário do equipamento:

$$\text{Custo horário serra circular (fabricação)} = 0,45 \text{ h/m}^2_{\text{forma}} \times 0,61 \text{ R\$/h} = \text{R\$ } 0,25/\text{m}^2_{\text{forma}}$$

$$\text{Custo horário serra circular (mont/desmontagem)} = 0,0972 \text{ h/m}^2_{\text{forma}} \times 0,61 \text{ R\$/h} = \text{R\$ } 0,06/\text{m}^2_{\text{forma}}$$

7.3.4.1 Considerações sobre a depreciação dos equipamentos na aplicação do método

É importante salientar que a depreciação dos equipamentos pode ser analisada sob dois aspectos: a rigor, a depreciação não deveria ser considerada no orçamento de custos (que será o documento utilizado para o controle dos custos durante a execução da obra), por se tratar de um custo econômico e não financeiro, ou seja, que a empresa não vai precisar desembolsar este montante todo o mês. Por outro lado, ela precisa ser considerada quando da elaboração do

orçamento para participação numa concorrência, pois é um ônus que se deve ao fato da posse do equipamento pela empresa e as obras têm de “cobrir” esta aquisição. No caso da aplicação do Método, como se pretende que as composições sejam usadas para servir de base para a comparação, seja nas solicitações de financiamentos ou como balizadoras de concorrências, entende-se que ela deva entrar como um custo direto dentro da composição de custo proposta.

7.4 Construção da rede de composições

Com o raciocínio mostrado chegaram-se às composições, mais detalhadas e mais agregadas, para o caso da CEF. No APÊNDICE 17 mostra-se, para fins ilustração, o resultado que pode ser obtido pela aplicação do método proposto, no caso ilustrado, o conjunto de composições resultantes para a estrutura de concreto armado.

A aplicação das diretrizes constantes do método no que diz respeito à estruturação das composições (macroestrutura) e à escolha de indicadores (microestrutura) resultaram em 1531 composições principais, 26 composições auxiliares de nível 1 e 12 composições auxiliares de nível 2, apresentados no Quadro 34.

Quadro 34 – Número de composições resultantes da Aplicação do Método

Serviço	Número de composições		
	Principais	Auxiliares nível 1	Auxiliares nível 2
Fôrmas	300 (P, V, L, E)* + 360 globais	-	2
Armação	16 (P, V, L, E) + 4 globais	-	1
Concretagem	20 (P, V/L/E) + 10 globais	3	2
Alvenaria de vedação	300 (M, El, FL, FS) + 150 globais	3	1
Alvenaria estrutural	144 (M, El) + 144 globais	6	1
Revestimento interno com argamassa	16	4	1
Revestimento externo com argamassa	24	4	1
Revestimento com gesso	5	1	1
Revestimento cerâmico	17 (As, Rj) + 12 globais	-	-
Contrapiso	9	5	2

Sendo que: P = pilar, V = viga, L = laje, E = escada, M = marcação, El = elevação, FL =fixação lateral e FS = fixação superior, As = assentamento, Rj = rejuntamento

8 CONCLUSÕES

No presente trabalho, inicialmente, constatou-se a necessidade de aprimoramento dos bancos de dados de composições orçamentárias, seja a partir dos levantamentos feitos nos estudos exploratórios, seja na revisão de literatura. Por outro lado, na busca bibliográfica ficou evidenciada a inexistência, seja em nível nacional ou internacional, de métodos formalizados para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação na construção civil. Diante disso, um método foi desenvolvido, tendo por base Normas Internacionais e outras publicações sobre organização da informação na construção civil, bem como, os trabalhos acadêmicos sobre produtividade nos serviços de construção civil. Uma aplicação do método foi feita para um agente da cadeia da Construção Civil, onde se mostrou ser possível a sua utilização para a geração de composições de custo de edificações.

A presente tese cumpriu com os objetivos propostos, uma vez que:

- Foi desenvolvido um método para a elaboração de redes de composições de custo para edificações, mostrado no Capítulo 6 e foi feita sua aplicação, mostrada no Capítulo 7.
- Foi definida uma estrutura para o desdobramento das informações relativas ao produto, processos e recursos de construção, conforme mostrado no item 6.2.4, sendo estas estruturas explicitadas para todos os serviços abordados na aplicação do método. Desta forma, mostrou-se possível a aplicação prática da matriz teórica sugerida por Halpin e Woodhead (1997) para o cruzamento das informações de custo. Tais estruturas podem ser encaradas como modelos de referência para o desdobramento de outros serviços, ou mesmo destes, sendo possível a adaptação destas à realidade de cada usuário do método.
- Foi definida uma postura para abordagem dos processos, levando em conta a caracterização do tipo de mão-de-obra, material e equipamento utilizados, bem como, foram definidas regras para a alocação dos custos relativos a todas as atividades do processo de transformação, conforme mostrado em 6.2.5. Estas regras foram aplicadas ao caso prático, elucidando que tipo de custo caberia a cada composição (principal, auxiliar de nível 1, auxiliar de nível 2). Desta forma, foram fornecidos subsídios ao usuário da rede para auxílio na definição do que seria um BDI aceitável, uma vez que tais regras aplicadas definiram aonde estão considerados custos com atividades auxiliares (recebimento, estocagem, processamento intermediário e transportes).
- Foram propostas diretrizes para a definição dos indicadores a adotar quanto à produtividade da mão-de-obra, consumo unitário de materiais (em 6.3.2) e eficiência

no uso dos equipamentos (em 6.3.4) de uma composição de custo. Foram também propostas regras para o levantamento de quantitativos de serviço, em 6.3.1, levando em conta a coerência entre os indicadores propostos nas composições e estes quantitativos. Ainda foi sugerido um caminho para a definição das produtividades dos ajudantes de apoio e formação das equipes, conforme mostrado em 6.3.3.

- Foi criada uma lógica para o agrupamento de composições a fim de possibilitar a elaboração de composições com nível de detalhamento variável (mais analíticas ou mais gerais) e seu agrupamento coerente, conforme pode ser visto em 6.2.6.
- O método proposto foi aplicado a um caso real, mostrando ser possível a sua utilização na geração de composições de custo integradas e coerentes com o que é executado atualmente nos canteiros de obra.

Na presente tese procurou-se indicar o caminho a ser percorrido para a estruturação das informações e dos indicadores de custo, gerando composições que se interligam, formando redes de composições, podendo ser utilizadas no seu nível mais ou menos detalhado, conforme a necessidade do usuário.

Seguindo os passos para a estruturação de informações proposta neste método é possível gerar uma composição de custo com escopo definido, facilitando tanto a contratação de serviços, compra de insumos e seu posterior controle (de consumos e de custos) durante a execução.

Já a organização através dos níveis de composições proporciona clareza e flexibilidade ao orçamento. Clareza por que se têm explicitados os custos das atividades auxiliares, que nem sempre estão mostrados nos orçamentos tradicionalmente elaborados (conforme apontado pelos estudos exploratórios e nos levantamentos nos manuais orçamentários). Flexibilidade porque, quando se tem alguma destas etapas feitas por mão-de-obra subcontratada, a parcela a ela relacionada pode ser excluída e substituída por item de custo por unidade de serviço (ou uma verba) em lugar do ônus associado aos operários necessários.

A rede de composições gerada a partir deste método tem como características:

- a) leva em conta a questão das necessidades dos usuários das composições (com qual objetivo se está orçando);
- b) as informações de custo e seus relacionamentos serão *estruturados* de tal forma que a informação guardada é consistente, podendo ser utilizada por vários sistemas, indo ao encontro das necessidades de *interoperabilidade* citadas na revisão de bibliografia;
- c) a estruturação das informações para orçamentação é *formalizada*, reduzindo possíveis inconsistências geradas a partir de processos subjetivos onde cada usuário documenta as informações de diferentes formas;

- d) a estruturação da informação das composições induz o usuário a perceber as diferentes modalidades de: *processos de produção, tipos de recursos e tipos de produtos* ao elaborar suas composições;
- e) as informações geradas podem servir de instrumento efetivo de *comunicação* entre contratantes e contratados da construção;
- f) as composições geradas são úteis ao planejamento dos custos (prognóstico e controle) em vários níveis de detalhamento; as mais detalhadas servem para a gestão da execução no canteiro de obras e as mais globais, para geração de relatórios gerenciais de acompanhamento;

Este método de elaboração de composições vai em direção à operacionalização, sob dois aspectos: tanto no sentido de ser mais detalhado, chegando próximo do nível das operações de obra, quanto no sentido de o seu controle ser operacionalizável em obra.

O foco principal deste trabalho foi a geração de informações coerentes, sobre o custo de edificações, para servir de ferramenta confiável para embasar a tomada de decisões quanto aos custos de obra em todas as etapas da produção dos empreendimentos e por vários agentes ligados à construção.

A aplicação do método ao caso da CEF foi muito importante, tanto sob a ótica da pesquisa acadêmica, que foi beneficiada ter sido aprimorada a partir das críticas, questionamentos e sugestões dados por profissionais experientes em orçamentação (pesquisados), quanto sob a ótica da geração do subproduto da tese: a criação de novas composições para o SINAPI, que foram elaboradas sob o rigor acadêmico, com base em pesquisas atuais sobre tecnologias executivas, indicadores de produtividade e consumo, de forma estruturada e lógica. Ainda que subproduto da tese, este conjunto de composições será útil para a sociedade, enquanto balizador racional para o uso de quantias relevantes de recursos financeiros na construção.

Embora ainda não tenha sido implantada, a rede de composições de custo resultante da aplicação do método ao caso SINAPI/CEF foi gerada com o intuito de:

- Gerar orçamentos que estejam em concordância com os custos que realmente serão incorridos durante a produção.
- Servir de apoio à gestão da produção e ao desenvolvimento de projetos, por abrigarem os aspectos considerados favoráveis à gestão do contrato, tanto em termos de prognóstico do custo, quanto da própria gestão da produção (aquisição de insumos, contratação de subempreiteiros ou de mão-de-obra própria, organização do trabalho).
- Permitir a comparação de custos: entre diferentes propostas, entre duas alternativas tecnológicas, pedidos de aditamento relativos a mudanças das condições vigentes.

- Induzir o uso de alternativas tecnológicas e de gestão mais atuais.
- Permitir a flexibilidade para adaptação a diferentes contextos, com níveis de informação distintos (estudo de viabilidade, orçamento com projeto de prefeitura e orçamento executivo).
- Induzir pró-ação ao permitir o entendimento do serviço em licitação, gerando melhorias na organização do trabalho e dando suporte ao aprimoramento construtivo.
- Minimizar eventuais relações adversárias entre órgão financiador e empresa que tomou o financiamento.
- Fomentar boas práticas de gestão no mercado.
- Servir de base à atualização de outras composições de serviço da CEF, ou mesmo das composições atuais no futuro, quando se julgar necessário.
- Servir de roteiro para a elaboração de composições de custo que levem em conta as práticas locais (regionalização das composições).

Sob a visão acadêmica do trabalho, espera-se ter avançado no conhecimento sobre o assunto custos de produção e orçamentação de obra. A estruturação dos dados aqui proposta contribui à medida em que fornece subsídios para outros trabalhos acadêmicos, não só quanto aos orçamentos, mas com relação à gestão das informações do processo construtivo.

Apesar da importância da etapa de aplicação do método ao caso SINAPI/CEF, tanto do ponto de vista da tese, quanto da importância das composições no contexto nacional, salienta-se que este é tão somente um exemplo de aplicação, pois o método aqui descrito pode ser aplicado a outros tipos de empresa no mercado de construção de obras.

Para finalizar, destaca-se, como preocupação deste trabalho, a proposta de desenvolver o método através de informações/dados vindos de empresas reais e aplicá-lo também a uma empresa real – e não em cenários teóricos – a fim de mostrar como este poderá ser aplicado na prática orçamentária das empresas do Setor da Construção Civil.

A experiência no desenvolvimento desta tese permite que se façam, a seguir, algumas sugestões para trabalhos futuros:

- 1) Aplicar o método proposto a diferentes mantenedores de redes de composição (contratante público; construtor, subempreiteiro).
- 2) Ampliar o método na direção de abrigar outros serviços, além dos tratados nesta tese.
- 3) Desenvolver codificação para as composições da rede para fins de facilitar sua introdução em sistemas de informação.
- 4) Adaptar o método para ter coerência com os sistemas computacionais em uso.

- 5) Acompanhar criticamente o uso de redes geradas através do método em termos da satisfação dos usuários das mesmas, visando um eventual futuro aprimoramento do método proposto nesta tese.

REFERÊNCIAS

ADELI, H.; WU, M. Regularization neural network for construction cost estimation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.124, n. 1, 1998, p. 18-24.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**: Relatório Final. v.2. 1998. Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC-EPUSP São Paulo, 1998.

AHUJA, H.N.; DOZZI, S.P.; ABOURIZK, S.M. **Project management: techniques in planning and controlling construction projects**. 2nd Ed. John Willey e Sons, Inc. 1994.

AL-HASSAN, M.; ROSS, A.; KIRKHAM, R. An investigation into current cost estimating practice of specialist trade contractors. In: Liverpool BEAN CONFERENCE. **Proceedings**, 2006. Disponível em http://ljamu.ac.uk/BLT/BUE_Docs/alhassan.pdf. 2006

AMORIM, S.R.L.; PEIXOTO, L.A. Classificação de produtos e serviços com uso de facetas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3º, São Carlos, 2003. **Anais**. São Carlos, SP, 2003. 10p.

ANDRADE, A.C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria**. 1999. 235 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ANDRADE, A.C.; SOUZA, U.E.L.; LIBRAIS, C.F. Subsídios para o processo de orçamentação de revestimento cerâmicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., Fortaleza, 2001. **Anais**. Fortaleza, CE, 2001.

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

ARAÚJO, L.O.C.; SOUZA, U.E.L. **Development of a formwork labor productivity forecast model for the Brazilian building construction**. In: 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM - CIB W65/55, 2001, Cincinnati, 2001.

ARAÚJO, L. O. C. **Método para a proposição de diretrizes para melhoria da produtividade da mão-de-obra na produção de armaduras**. São Paulo, SP. 2005. 503 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARDITI, D.; ALNAJJAR, A.; VINGERT, N. Construction cost estimating support system. **Cost Engineering**, v. 44, n. 10; October, 2002. p. 17-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – procedimento. São Paulo. 2006. 61p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://www.abntnet.com.br>. Acesso em: 20 de setembro de 2007.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifício**. São Paulo, SP. 206 p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

ATTALLA, M. HEGAZY, T. Predicting cost deviation in reconstruction projects: artificial neural networks versus regression. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.129, n. 4, 2003, p.405-411.

BABBITT, C.; BAKER, T.; BALBONI, B.; BASTONI, R. A. WAIER, P. R. **RSMeans Building Construction Cost Data 2008**, 66th Edition. 2008.

CABRAL, E. C. C. **Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação**. Florianópolis, SC. UFSC. 1988. 151p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1988.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Disponível em: <https://webp.caixa.gov.br/casa/sinapi/index.asp?menu=1>. Acesso em: 30/07/07.

CARDOSO, L.R. **Metodologia de avaliação de custos de inovações tecnológicas na produção de habitações de interesse social**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PCC/249. 22p. São Paulo, EPUSP, 2000.

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

CARVALHO, K. Orçamento: os detalhes fazem a diferença. **Construção Mercado**. São Paulo. 2004.

CANTANHEDE, D.A.G. **Custo Unitário Básico (CUB): verificação e validação do modelo de cálculo.** 2003. 180 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CASTRO, A.G; PEREIRA, M.L.; KLIEMANN NETO, F.J. Desenvolvimento de um sistema de custos para uma empresa do ramo metal-mecânico. XXIV ENEGEP. **Anais.** Florianópolis, 2004.

CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction CIB Theme: IDS – Integrated Design Solutions. **CIB News Article.** Maio, 2008.

COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations Management.** V. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

CSI – Construction Specification Institute. MasterFormat 2004 Edition - Titles and numbers. Disponível em: http://www.csinet.org/s_csi/docs/9400/9361.pdf. Acesso em 13/11/2007.

CSI – Construction Specification Institute. UniFormat 1998 Edition. Disponível em: http://www.csinet.org/s_csi/sec.asp?TRACKID=eCID=1379eDID=6022#A. Acesso em 14/11/2007.

CSI - Construction Specification Institute; CSC – Constructions Specifications Canada. **OmniClass – A strategy for classifying the building environment.** Edition 1.0, 26-03-2006 Release. 2006. Disponível em <http://www.omniclass.org/>. Acesso em: 14/11/2007.

DANTAS, M.M. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais.** São Paulo, SP. 2006. 162 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DAVIS, P.; BACCARINI, D. The use of bills of quantities in construction projects - an Australian survey. COBRA Conference. **Proceedings.** Disponível em: <http://www.rics-foundation.org/publish/document.aspx?did=3260> . Acesso em: 10/10/2004.

DIAS, P.R.V. Revista Construção Mercado. v. 21, abril. 2000.

FACHINI, A. C. **Subsídios para programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional.** São Paulo, SP. 2005. 214 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FREIRE, T.M.F. **Produção de estruturas de concreto armado moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo**. 2001. 325p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FURUSAKA, S. KANETA, T., YAMAZAKI, M., YI, Y.H. New approximate estimation system of building using neural network. CIB W 55 E W65 JOINT TRIENNIAL SYMPOSIUM. Editors: Bowen, P., Hindle, R. Cape Town. 1999. p.870-878.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDMAN, P. **Sistema de planejamento e controle de custos na construção civil – Subsetor edificações**. 1999. 107p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.

HALPIN, D. W.; WOODHEAD, R.W. **Construction management** 2ª Ed., John Wiley e Sons. 1998.

HEGAZY, T.; AYED, A. Neural network model for parametric cost estimation of highway projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.124, n. 3, 1998, p. 210-218.

HEINECK, L.F.M. **Orçamento e programação de custos**. Apostila do CPGEC - UFRGS, 1986.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Disponível em <http://houaiss.uol.com.br/>. Acesso em: 28/11/07.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/sinameto.shtm>. Acesso em: 15/05/08. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil - SINAPI - Resultados de setembro/07**- Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/sinapi_200709comentarios.pdf. Acesso em: 06/08/08.

INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO (2004). **Regulamento interno do IESP**. 30/08/2004

INOUE, K.P. **Proposição de um método para subsidiar o prognóstico de custos de urbanização de conjuntos habitacionais horizontais com base em indicadores físicos.** 2008. 300 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO TR 14177:** classification of information in the construction industry. Technical Report. Genebra. 1994. 64p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/DIS 12006-2:** Organization of information about construction works - Part 2 - Framework for classification of information. Genebra. 1998. 22p.

KERN, A.P.; FORMIGA, A.S.; FORMOSO, C.T. Considerações sobre o fluxo de informações entre os setores de orçamento e produção em empresas construtoras. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais.** São Paulo: ANTAC, 2004.

KERN, A.P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** 2005. 234 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LIBRAIS, C.F. **Método prático para estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas.** 2001. 126 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; RADOS, G. V. Custos na construção civil : uma análise teórica e comparativa. Florianópolis, SC. 1998. v.2 p. 399-406. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7°. **Anais.** Florianópolis, 1998.

LIU, L.; ZHU, K. Improving cost estimates of construction projects using phased cost factors. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.133, n. 1, 2007, p. 91-95.

LOSSO, I. R. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração preliminar de custos: estudo de caso em uma empresa de construção civil.** 1995. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa: uma introdução.** São Paulo: EDUC, 1997.

MAEDA, F.M. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de revestimento interno de paredes e tetos com argamassa e gesso.** 2002. 177p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MARCHESAN, P.R.C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis.** 2001. 163p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARCHIORI, F.; SOUZA, U. A interação do orçamento com o departamento de suprimentos em empresas de construção. Florianópolis, SC. 2006. 10 p. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11. **Anais.** 2006, Florianópolis.

MASCARÓ, J.L. **O custo das decisões arquitetônicas.** 100p. Nobel. São Paulo. 1985.

MONTEIRO, M. **Classificação da informação na indústria da construção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1998.

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 de concreto armado.** 2000. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

O'BRIEN, JAMES J. **Preconstruction estimating: budget through bid.** Mc Graw Hill, Inc. 1994.

OLIVEIRA, L.M.; PEREZ JR, J.H. **Contabilidade de custos para não contadores.** Editora Atlas. 280p. 2000.

OTERO, J.A. **Análise paramétrica de dados orçamentários sobre estimativas de custos para a construção de edifícios: um estudo de caso voltado para a questão da variabilidade.** 2000. 249p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

PALIARI, J.C, F. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** 1999, Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PARISOTTO, J.A. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custo de edificações residenciais: estudo de caso para uma empresa construtora.** 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – **Project management: body of knowledge.** .Versão Traduzida para o Português. 2000.

SAFFARO, Fernanda Aranha. **O uso do computador na orçamentação e controle de custos na construção:** estudo de caso. 1988. 167p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988.

SALIM NETO, J.J.; SOUZA, U. E. L.; TOMAZETTI, R. R.. **Factors influencing steel reinforcement labor productivity.** In: JOINT 2008 CIB W065/W055 TRIENNIAL SYMPOSIUM, 2008, Dubai. Transformation through construction. Edinburgh : Heriot-Watt University, 2008. v. 1. 2008.

SALIM NETO, J.J. **Diretrizes de projeto para melhorar a produtividade na montagem de componentes pré-cortados e pré-dobrados de aço para estruturas de concreto armado de edifícios.** 2009. 242 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2009.

SCHMITT, C. A nova NB140 e os custos unitários básicos. Brasil - Florianópolis, SC. 1991. p. 33-42. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Anais.** 3º, Florianópolis, 1991.

SINDUSCON/SP (2004). Disponível em: www.sindusconsp.com.br. Acesso em: 06 de abril de 2004.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3ª Edição. 121p. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. 2001.

SILVA, L.L.R. **Método de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada.** 2003. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, M.B. **O conceito de custo direto na área de orçamento de obras.** Disponível em: www.mozart1.com.br/artigos. Acesso em 15/02/2005.

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

_____. **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**. 2001. 357p. Tese (Livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; OLIVEIRA, L.H. Gestão do consumo de materiais no canteiro de obras – GESCONMAT, **Relatório parcial de atividades Programa Habitare**. 6p. 2005.

SOUZA, U.E.L.; MARCHIORI, F.F.; ARAÚJO, L.O.C. Variable labor productivity unit rate: evaluation by professionals. In: CIB International Symposium, 2005, Helsinki. **CIB International Symposium Combining Forces: Advancing Facilities Management and Construction through Innovation**, 2005.

TAS, E.; YAMAN, H. A building cost estimation model based on cost significant work packages. **Engineering Construction and Architectural Management**. Emerald Group Publishing Limited . v. 12, n.3, p. 251-263, 2005.

TCPO 2003: **Tabelas de Composições de Preços Para Orçamentos**. 12ª Ed. Editora Pini. 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. Ed. Atlas. São Paulo. 1999.

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

TISAKA, M. Entenda a metodologia do BDI. **Revista Construção Mercado**. N. 40, novembro. 2004.

TRISTÃO, A. M; Fachin, G.R.B.; Alarcon, O.E. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 161-171, maio/ago. 2004.

TRISTÃO, A. M., Alarcon, O.E. Sistema de classificação facetado para especificação de cerâmica de revestimento. In: **CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE**

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10. **Anais**. São Paulo. ISBN 85-89478-08-4. 2004.

TRISTÃO, A. M. **Classificação da informação na indústria da construção civil: uma aplicação em placas cerâmicas para revestimento**. 269 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

UNITED STATES OF AMERICA - DEPARTMENT OF DEFENSE. **Parametric Estimating Handbook**. 2nd. Edition. 1999.

WILLIAMS, T.P. Predicting changes in construction cost indexes using neural networks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.120, n. 2, 1994, p. 306-320.

WIKIPEDIA. **Wikipédia, a enciclopédia livre**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_custeio. Acesso em 24/06/08.

YIN, R.K. **Estudo de caso planejamento de métodos**. 3^a Edição. Ed. Bookman. 2005. 212p.

YU, W.; LAI, C.; LEE, W. A WICE approach to real-time construction cost estimation. **Automation in Construction**. v.15. p. 12 - 19. 2006.

APÊNDICE 1 - Roteiro de entrevista semi-estruturada para estudo exploratório do tema

Aplicado em empresas privadas

Objetivos:

- conhecer o processo de gestão de custos da empresa (estimativa, planejamento e controle)
- ter acesso ao produto “orçamento” a fim de conhecer as suas particularidades.

Instrumento de coleta: questionário semi-estruturado e gravação da entrevista.

Parte 1 - Sobre a empresa e suas obras

1. Tipo de empresa (construtora, incorporadora, ambas,...)
2. Tipo de obra que a empresa faz:
3. Padrão dos empreendimentos:
4. Com que tipo de contrato a empresa trabalha? (empreitada, por administração)
5. Desenho da estrutura organizacional da Empresa:
6. Desenho da estrutura organizacional do Depto de Orçamento:

Parte 2 - Sobre o processo de orçamento

7. Qual o software que usam para orçar?
8. Existe um software tipo ERP para gestão da empresa como um todo?
9. Como é feito o orçamento propriamente dito?
 - Quem faz? Como faz? Em que fase do empreendimento é feito (uma vez no estudo de viabilidade, outra vez no projeto de prefeitura e outra vez no projeto executivo)?
10. Como é feito o acompanhamento dos custos da obra?
 - Quem faz? Como faz? Por que faz? A cada quanto tempo faz? É feito via sistema ou com nota fiscal?
 - O software de orçamento prevê este controle? E o software de ERP? Esses módulos do sistema são utilizados?
11. Como é o fluxo do processo de orçamento (desenhar)? Quais as áreas da empresa envolvidas neste processo?
12. Quem faz o estudo de viabilidade do empreendimento?
13. É feito um cronograma físico das atividades?
 - Quem faz? Como faz? Por que faz? A cada quanto tempo faz?
 - As atualizações são feitas num software? Qual?
 - As informações do controle financeiro refletem a forma como as atividades são executadas em obra?
 - O controle financeiro da obra está associado a uma quantidade física de obra já executada? (explicando: por ex. se eu já gastei 80% do custo total, como que eu sei se já foi feito 80% do serviço da obra?)
14. Como é feita a retro-alimentação do banco de dados de orçamento (coeficientes e preços)?
15. Como é o sistema de contratação da mão-de-obra?
16. As deficiências da produção são facilmente identificadas no relatório de controle de custos?

Parte 3 - Sobre o produto orçamento

(solicitar para ter em mãos um orçamento)

17. Com base em que lógica é feita a codificação/itemização do orçamento?
 - Quais os “capítulos” do caderno de orçamento?
18. Como é feito o levantamento de quantitativos em projeto?
 - O projetista faz? Dá pra confiar no quantitativo que ele envia? Eles já consideram uma perda ou é o valor exato que teoricamente iria consumir?
 - Quem faz o levantamento na empresa? (obra ou escritório? estagiário?)
 - Utiliza planilha Excel? Algum programa de levantamento?
 - Em que fase do projeto?
 - A obra levanta de novo no momento de contratar mo ou comprar algum material?
 - Os critérios de medição estão explícitos no orçamento? Com base em que eles foram elaborados? Estes critérios constam do contrato com o empreiteiro?
19. De onde vem os coeficientes de produtividade utilizados no orçamento?
20. O engenheiro da obra ajuda na época da elaboração do orçamento?
 - Que tipo de informações ele passa?
21. Como é feita a atualização dos preços do banco de dados?
 - Como são feitas as cotações? (com quantos fornecedores? Só com parceiros?)
 - As obras cotam e compram alguma coisa ou é somente o escritório que faz isto?
22. Como são as composições: fechadas, com preço único por serviço ou tem vários insumos? Uma composição para mo e outra diferente para o material?
23. No orçamento, os custos estão divididos por andar?
24. O que é considerado custo direto e indireto nesta empresa? (água, luz, equipamentos, engenheiro, impostos, cpmf, ...)
25. E como é feito o cálculo do BDI? Quem determina?
26. Como são rateados os custos do escritório central? Está no BDI?
27. Como é considerado o transporte e a limpeza? Quem fornece é o empreiteiro ou a empresa?

Parte 4 - Sobre a Eficiência/Importância dos dados gerados pelo orçamento

28. Normalmente, na literatura, se fala que é importante fazer uma previsão de desembolsos antes da obra iniciar para que se possa ajustar os picos de desembolso aos de receita, diminuindo ou aumentando o ritmo da produção. Isso não é feito aqui? (curva s)
29. É possível saber se um custo de um serviço estourou antes que o serviço termine?
30. A empresa utiliza os dados de custo do controle para tomar decisões no lançamento de novos empreendimentos, como por exemplo: decisões sobre tecnologia a utilizar?
31. Quais os pontos fortes do sistema de orçamento da Empresa?
32. Você está satisfeita com as informações de custo disponíveis hoje no sistema? Existe algo que poderia ser melhorado?
33. Quais características principais que um sistema de custos deveria ter de modo a satisfazer plenamente as necessidades gerenciais da empresa?

APÊNDICE 2 – Resultado da entrevista semi-estruturada na Empresa A

Entrevistada: Engenheira responsável pela área de orçamento

Características da empresa:

Empresa construtora e incorporadora de médio porte, que atua na cidade de São Paulo.

Constrói obras de médio e alto padrão.

Política de contratação de mão-de-obra: estrutura e alvenaria com mão-de-obra própria e as atividades seguintes são empreitadas.

Características do processo orçamentário:

- Estudo de viabilidade do empreendimento: feito pelo departamento comercial. Eles que possuem todo o histórico das obras anteriores eles é que vão definir o preço de venda. Quando chega na engenharia para orçar, já está com preço, já está vendendo, já está lançado.
- Software: Tron-orc
- Codificação (chamada pela empresa de “plano de contas”): possui 3 níveis e é composta de todos os serviços possíveis que entram no orçamento. Por exemplo: 11 – Serviços Técnicos Gerais; 11.001 – Projetos; 11.001.001 – Projeto de prefeitura. Assim ocorre para todos os serviços. A organização deste plano é de acordo com a sequência de obra.
- Coeficientes de produtividade: parte do TCPO, outro tanto foi trazido por um engenheiro que trabalhava na em outra empresa que coletava. Hoje pode se dizer que, basicamente, o histórico de dados veio desta empresa.
- Atualização dos preços do banco de dados: utilizam o preço de obras anteriores e aplicam uma taxa de reajuste (CUB) - o perfil dos prédios é sempre muito parecido.
- Acompanhamento dos custos da obra: mensal, por empresa terceirizada.
- Levantamento de quantitativos: feito pelos os projetistas. Todos os projetos são terceirizados e isto faz parte do escopo do trabalho deles. As perdas estão embutidas no coeficiente da composição.
- Critérios de medição: Tem uma regra para material e outra para mão-de-obra. Por exemplo: revestimento cerâmico interno: material – descontar todos os vãos e mão-de-obra: descontar os vãos maiores do que 2m².
- “Quebras” do orçamento: pré-tipo, tipo e pós-tipo. O quantitativo é detalhado, pavimento por pavimento na obra, mas no orçamento não é tão detalhado (segundo a entrevistada, e assim o fosse, seria “imenso”)
- O controle financeiro das obras é feito pelo engenheiro-gestor da obra, utilizando uma ferramenta chamada de “mapão”, que consiste em uma planilha do Excel onde é atualizado todo o mês tudo o que foi gasto (de acordo com as notas pagas) e o que ainda tem a gastar.
- Retrabalhos observados: as notas fiscais são digitadas duas vezes, uma para alimentar o “mapão” e outra no sistema de controle da empresa (Strato)
- Levantamento de quantitativos: o quantitativo de um mesmo projeto é levantado 3 vezes: uma pelo projetista, uma pelo orçamentista para conferir os levantamentos do projetista e outra pelo engenheiro da obra para a compra ou contratação efetiva.

O fluxo de informações do Processo de Orçamento encontra-se na Figura 43.

Figura 43 - Fluxo de informações do Processo de Orçamento – Empresa A

Principais necessidades apontadas pela entrevistada:

Quanto á pontualidade das informações de orçamento

“O orçamento aqui é feito bem depois que começou a obra e isso é que é o problema. Por que é assim: faz o orçamento do prédio, começa a receber o dinheiro dos condôminos e os projetos estão começando a “engatinhar” nesta fase. Na etapa em que começa a obra não tem quase nada de projeto pronto. Só tem o de prefeitura, a sondagem, o levantamento planialtimétrico, muito básico mesmo. Leva quase um ano pro orçamento começar a ser feito. A obra já tem um ano de execução e o orçamento começa assim, lá pelo décimo mês. Demora muito, por que os projetos não estão prontos. Na verdade esta é uma estratégia da empresa: começar a obra para que o condômino veja a obra andar (e as pessoas se impressionam mesmo, por que quem é leigo não sabe que ainda vai demorar tanto tempo). Eu pego o projeto mesmo muito tarde eu acho. Às vezes tem coisas que a gente faz o levantamento sem o projeto estar pronto. Na medida que vão chegando os projetos, se der tempo de alterar a gente altera os quantitativos, senão, faz com o que tem.”

Quanto à realimentação do banco de dados de orçamento:

“Essa é uma tarefa difícil, o engenheiro tinha que dar retorno pra gente quando um índice não “bate”, existe uma preocupação mais em não furar o orçamento financeiro do que com o índice. Assim daria para pegar vários furos. No Emrpeendimento “XXX” mesmo o índice da fachada estava muito baixo, e aí a hora que o eng. foi fazer a cotação com o empreiteiro não chegava no valor! A experiência

do empreiteiro é que tava certa. Então falta um pouco desta troca pra deixar as composições cada vez mais reais.

APÊNDICE 3 – Resultado da entrevista semi-estruturada na Empresa B

Entrevistado: Engenheiro responsável pela área de orçamento

a.1. Características da empresa:

Empresa construtora e incorporadora de médio porte, que atua na cidade de São Paulo.

Constrói edifícios residenciais e comerciais verticais de médio, alto e altíssimo padrão.

Política de contratação de mão-de-obra: tudo na obra é subempreitado, exceto administrativo.

a.2. Características do processo orçamentário:

- Software: Volare (na época a entrevista).
- Levantamento de quantitativos: feito por dois estagiários e uma orçamentista, que utilizam planilhas de levantamento de quantidades (arquivo do sistema da qualidade). Os levantamentos são feitos visando as planilhas de produtividade, implantadas no “programa de melhoria da produtividade”. As perdas não estão na quantificação e sim no coeficiente da composição.
- Cotações: dos itens mais pesados (materiais) na curva abc e utilização de preços de outras obras para os insumos restantes. A cotação de mão-de-obra é feita com os parceiros a cada novo projeto. A orçamentista cota os serviços maiores e o departamento de suprimentos cota os insumos básicos (cimento, areia, brita, sarrafo, tela). Os demais insumos menos importantes pega do banco de dados mesmo (suprimentos é responsável por manter valores de preços atualizados de insumos no banco de dados).
- Codificação do orçamento: não é a do Volare (já possuíam uma codificação própria).
- Custos diretos e indiretos: tapume, locação de obra, transporte vertical, andaimes, balancim, mão-de-obra de engenharia, taxas, cpmf: isto tudo é considerado custo direto. Todas as essas coisas são apresentadas para o cliente como custo de construção. A parte de impostos entra como indireto, no BDI. Transporte e limpeza: Geralmente é subempreitado; pode ocorrer de já contratar isso do fornecedor. O transporte até o andar é por conta do subcontratado.
- Fases do processo orçamentário: Pré-orçamento - é feito com o projeto de prefeitura e sondagem, salvo algumas vezes que já possuem o memorial de acabamento, mas é raro. Orçamento executivo - é feito com um projeto básico, já possuem o detalhamento das instalações, o detalhamento dos caixilhos. Desenho do processo orçamentário na Figura 44.
- O orçamento é revisado pelo gerente da área de orçamentos e depois pela diretoria, onde é feita uma análise das especificações e são feitos cortes para chegar no preço previsto na fase de viabilidade.

Figura 44 – Desenho do processo de orçamento da Empresa B

a.3. Principais necessidades apontadas pelo entrevistado:

Quanto à pontualidade das informações de orçamento:

“Nem sempre é possível começar a obra com os projetos 100% definidos e o orçamento executivo pronto... Isso ocorre por que o projeto é despesa e como você vai pagar estas despesas?!!”

“Às vezes quando começa a obra (isso ta acontecendo com uma obra nossa agora), a obra vai começar a escavar agora e ainda não tem projeto. Como que eu vou levantar a obra se ela já precisa fazer a contratação de forma, de aço de concreto? Eu não consigo fazer os levantamentos sem o projeto, então a obra tem que fazer (está se referindo aos levantamentos de quantitativos), não adianta. Quando sai o projeto às vezes a gente não tem tempo aqui no escritório de fazer isso, então a obra pega o projeto e levanta.”

Quanto aos levantamentos de quantitativos:

“Em alguns casos a obra não utiliza o levantamento daqui (referindo-se ao departamento de orçamentos). Uma por que ainda não tem uma firmeza, por que o engenheiro da obra é que é responsável e não eu, se der algum problema com as quantidades ele vai ter que responder inicialmente, depois pode voltar pra mim. Isso é um problema, de utilizar a ferramenta como ela deve ser utilizada.”

Quanto ao processo de orçamento:

“A gente tem um orçamento modelo que está na base de dados nossa que tem todos os tipos de serviço que a gente já executou até hoje. A orçamentista entra lá, joga os dados para o excel e exclui os serviços que não fazem parte desta nova obra. Na verdade ela fa isso na mão também, onde ela vai riscando os códigos que não vão ser usados e coloca preço nos que realmente interessam. Isso é uma coisa que eu quero mudar. O grande problema de lançar direto no software é que eu não sei o que eu lancei e o que eu não lancei. A minha idéia é que fazendo isso via sistema (Siecon), eu clico na composição e as que já foram inseridas mudam de cor”.

Quanto ao nível de detalhamento do orçamento

“Eu acho que o detalhamento que se tem num orçamento hoje talvez não atenda a obra no sentido de que os serviços estão montados no orçamento não de uma maneira que a obra possa utilizar. Às vezes eu tenho coisas misturadas: a parte hidráulica por exemplo: eu não tenho separado por prumadas ou por algumas etapas que a obra possa ter (cronograma físico), então, como é que a obra vai “pedir um serviço” sendo que no orçamento ela só tem uma verba.”

“Precisa ter uma melhoria na formatação do orçamento. Aí entra uma coisa importante: eu não sei até que nível você vai conseguir formatar/melhorar/explodir o seu orçamento pra que seja viável pra obra, porém que não deixe louco quem faz isto, o escritório. A obra com certeza usaria, mas aqui no escritório, o que vai adiantar eu ter um orçamento completamente explodido se eu vou orçar em cima do projeto de prefeitura?”

APÊNDICE 4 – Roteiro de entrevista semi-estruturada aplicado a consultores da área de custos em outras indústrias

Consultor A: consultor de custos para indústria têxtil

Empresa: de treinamento em gestão de custos gerencial e contabilidade

Entrevistado: consultor da área de custos com formação em administração de empresas

Data: setembro/05

Aspectos abordados na entrevista:

Esclarecimentos quanto à terminologia utilizada em custos:

- Controle financeiro e controle econômico
- Finalidade da apuração dos custos
- Plano de contas
- Custeio ABC

O que acha importante estar contemplado na tese?

Consultor B: consultor de custos para indústria farmacêutica

Empresa: de consultoria em controladoria

Entrevistado: consultor da área de custos com formação em administração de empresas

Data: setembro/05

Aspectos abordados na entrevista:

- Esclarecimento sobre os métodos de custeio
- Controle de custos
- Controle de custos de materiais
- Depreciação e manutenção de equipamentos

APÊNDICE 5 – Aspectos principais da entrevista com o Especialista A

Entrevistado: Diretor da empresa e responsável pelos orçamentos

Características da empresa:

Pequena empresa, que presta consultoria na área de custos e elaboração de orçamentos.

Características da empresa:

Pequena empresa, que presta consultoria na área de custos e elaboração de orçamentos.

Características do produto entregue aos clientes:

- Percebeu-se que o entrevistado tem em mente 3 fases na orçamentação: uma na época da viabilidade, outra na fase de projetos de prefeitura (esta ele já chama de orçamento) e outra com os projetos executivos.
- Os clientes, de forma geral, querem saber quanto custará a obra, mesmo antes de ter projetos.
- Alguns clientes mais antigos contactam a empresa na época do estudo de viabilidade, ou até antes, para pedir uma estimativa (e o que fazer para baratear...), isto seria um apoio ao desenvolvimento do produto, não orçamento propriamente
- Pra fazer as estimativas iniciais: procuram prédios semelhantes que já tenham orçado e fazem correções, do tipo: se o custo final “estava muito folgado ou apertado”; se o orçamento for antigo, procuram ver o que aconteceu com os preços dos itens mais relevantes (de acordo com a curva ABC), leva em conta o processo de construção (prazo da obra, como opera a empresa) e não somente as quantidades de serviço.
- Na fase de projeto de prefeitura, estimam a estrutura, a fundação, interagindo com os profissionais da área (consultorias de fundações, de estruturas) e conseguem um orçamento razoavelmente próximo, segundo o entrevistado.
- Tipo de mão-de-obra com que os clientes trabalham: 99% de mo subempreitada, destas, 80% empreitada global de mo e 20%, parcial.
- As cotações de mão de obra são feitas, geralmente, com outros subempreiteiros que não os que participarão da obra, pois as construtoras não gostam de abrir os seus subempreiteiros, temendo que eles “manipulem” com o orçamento, fornecendo preços altos, ou questionando sobre o preço de seus concorrentes.
- Software: Tron-orc
- A quebra dos serviços, em geral é por atividade, só fazem por pavimento se for uma encomenda do cliente.
- Documentação do orçamento: mostra como quantificou, com critérios de medição (uso vão cheio para mão de obra e vazio para materiais, quanto à pintura das aberturas: a janela multiplica por 5; a porta 3 e o caixilho por 2). Ressalta a importância de citar qual foi o memorial descritivo e do projeto em que o orçamento está baseado.

Principais necessidades e críticas apontadas pelo entrevistado:

Críticas ao orçamento operacional:

“ Operacional pro dono da empresa não é saber o que o pedreiro vai fazer de manhã cedo e operacional pro pedreiro não é saber quanto custa um prédio inteiro. Então vc precisa contextualizar o que é “operacional””.

“Eu entendo que o mundo do planejamento não é o mundo da operação, é o mundo da atividade, então a gente não deve se preocupar em não ser operacional, eu não vejo porque você vai definir que a terceira fiada tem um custo diferente da última, isto chega a um limite que não é o limite de precisão da construção civil, a gente não deve forçar uma coisa ser mais precisa do que a natureza dela permite, mas também não pode permitir que ela seja menos precisa e um dos erros freqüentes em orçamento é achar que o excesso de detalhes aumenta a precisão; ao contrário, tira a precisão”

“Quando vc vai considerar o processo de construção, você vai ver que cada vez mais as atividades estão sendo oferecidas em bloco (dry wall, gesso - mat + mo + marcação + taliscamento + limpeza) e ele informa este custo dentro do setor dele, você não tem acesso à produtividade dele, o que ele pode dizer é a capacidade de produção, mas a produtividade não. Ou seja, o engenheiro da obra passa a não ter controle nenhum sobre o planejamento operacional. Esse planejamento operacional está sendo cada vez mais sendo feito fora da empresa dele, lá na empresa do cara que está fornecendo o dry wall, etc. então se vc olhar um banco de composições unitárias, 80% delas só tem 1 item (que já contém material e mo). Então, essa discussão sobre orçamento operacional me parece absolutamente desfocada, de quem não tá vendo o que está acontecendo no mercado hoje.”

Quanto à complexidade de executar orçamentos

“A gente trabalha com as seguintes grandezas: quantidades, preços de insumos e eventualmente com perdas, dependendo do tipo da atividade, são coisas simplíssimas, não precisa mais do que as 4 operações. Por que então que o trabalho de orçamento é um trabalho complexo? Por que a massa de informações que você manipula é muito grande. As pessoas que fazem orçamentos: produzem (quantificação de serviço), colhem (consulta fornecedores), processam e mantêm informações, durante anos, e isso não é uma coisa qualquer, tanto que esta é a missão da FGV. Isso é uma coisa complexa. A segunda questão é você relacionar, objetivamente, que este custo apurado seja da forma que você quiser mais complexas (requisições, almoxarifado) ou mais simples (contabilidade, nota fiscal) você tem que associar aquilo à uma parcela construída da obra, ou seja, você tem que medir com correção e com o mesmo critério que você usou para fazer associação de custo. E, terceiro, você precisa ter uma persistência heróica pra fazer isso permanentemente, se você perder alguma parte você não consegue mais processar.”

Quanto aos critérios de medição:

“O primeiro (referindo-se ao manual de critérios de medição) surgiu em 1922, na Inglaterra, isso foi feito junto com o pessoal dos quantificadores e o pessoal que conhecia o serviço. Isto quer dizer que os empreiteiros iam medir os serviços de acordo com uma regra conhecida e criada em conjunto com eles. Aqui é uma relação meio selvagem, isso é uma coisa que aqui faz muita falta.”

Quanto ao futuro dos orçamentos:

“A gente pode especular sobre algumas coisas...uma delas é que sempre o desafio da integração, as pessoas gostariam de apertar um botão e que tudo acontecesse, automaticamente, Integrar orçamento com contas a pagar, com suprimentos, com almoxarifado, etc. esse é o primeiro desafio.”

“Acho difícil a gente pegar tudo, mas acho que a gente tem um grande caminho para percorrer. No mínimo localizando quais são esses pontos de produção: nem sempre você compra como você usa, nem sempre você orça como você compra, nem sempre você usa como você guarda,... mas quais são os pontos onde você tem que parar e fazer uma “solução” (do orçamento para a quantificação de insumos), definir isso aí com clareza e o método de como é que você vai fazer esta solução.”

“..a gente mede pouco na construção civil, a CC é empírica por excelência a gente precisava medir mais, o engenheiro tem que saber medir, medir tempo, geometria da construção, o que produz,... por que?! Precisaria de um trabalho de padronização (das quantificações, dos planos de conta ..) um mínimo de padronização seria importante, acho que são alguns caminhos que a gente precisaria desenvolver”

APÊNDICE 6 – Aspectos principais da entrevista com especialista B

Empresa: de consultoria e treinamento em gestão de custos gerencial e contabilidade

Entrevistado: Administrador

Aspectos abordados na entrevista:

Terminologia em custos:

O primeiro passo para se estudar custos é a definição da terminologia. Gasto, custo, despesa, investimento e desembolso. Por exemplo: depreciação da betoneira: custo da obra; depreciação do micro do escritório: despesa. A depreciação não é financeira, não é considerada como gasto. Só existe custo ou despesa se existe consumo.

Controle financeiro e controle econômico:

Por que ter os dois controles (o financeiro e o econômico)? Faço o controle financeiro para saber qual é o meu fluxo de caixa e o econômico para saber se o preço que eu projetei cobre os custos, as despesas e o custo do capital. O que mata uma empresa não é a falta de lucro, mas a falta de caixa, ou seja, o fluxo financeiro. O desvio de custos entre o Custo-padrão (é o que está no orçamento) x Custo real (levantado efetivamente) pode ser monetário ou físico. Monetário quando existe a suba de preço de um determinado item ou então físico quando a produtividade diminui. Não misturar o que é plano financeiro (desembolso) x plano contábil (gasto).

Finalidade da apuração dos custos:

É preciso entender com qual finalidade se quer saber o custo: se para apuração de resultados (Norma Brasileira de Contabilidade) ou para tomada de decisões gerencial (formação de preços, avaliação de desempenho, planejamento e controle). O interesse do entrevistado é estudar/definir custos para a tomada de decisões gerencial. A primeira coisa neste caso é definir um plano de contas.

Plano de contas:

O plano de contas deve contemplar dois objetivos: atender o governo (passivo, ativo, receitas e despesas) e atender a questão gerencial da empresa. Para atender ao aspecto gerencial é que o plano de contas é composto por centros de custos (podem aqui estar as obras), que, por sua vez, contém grupos de custos (podem ser: material, mo), que contém a natureza dos gastos (cimento, cal, areia).

Custeio ABC:

A implantação do controle de custos usando o custeio ABC já é absurdo na indústria, imagina na construção civil, segundo o entrevistado.

O que acha importante estar contemplado na tese:

A tese vai ser sobre orçamento, que é para basear uma previsão de preço para o futuro, então vai ter que abordar este tipo de coisa: um preço de insumo sofreu aumento, de que maneira este aumento se reflete no preço final. No orçamento precisa estar claro a diferença entre os preços de insumos médio, de reposição, da última entrada ou o preço-base.

APÊNDICE 7 – Aspectos principais da entrevista com especialista C

Esclarecimento sobre os métodos de custeio

“Para formação de preços o ideal seria utilizar o método ABC (Activity Based Costing), por que cada atividade está direcionada para um produto. Você faria uma estimativa de quantas horas de cada recurso indireto vai ser usado em cada obra, mas isto é praticamente impossível. O top das formas de custeio é o custeio ABC, que é praticamente impossível implementar.”

“Em uma empresa construtora, a implementação do ABC é mais difícil ainda, pois não sabem quantas obras irão estar executando durante a construção de uma determinada obra, o volume de obras que entra e sai no mês é muito grande (numa incorporadora este rateio seria mais fácil, por que sabem quantas obras estarão executando durante um determinado período ou com uma aproximação bastante grande).”

“No custeio ABC, em uma indústria, por exemplo, como se mediria o custo da energia elétrica? Se colocaria um medidor em cada máquina para saber exatamente quanto ela gastou de energia no mês e o resto alocaria para iluminação, etc. mas isso é uma loucura. Hoje eu não sei se ainda tem alguma empresa que está usando isso.”

“Outra forma de custeio é o custo real (realizado) x custo padrão (orçado) – este é para controle, para efeito de correção de problemas. Através dos centros de custo, no final do mês é possível saber onde que estourou.”

Controle de custos

“Este é um item muito complicado. Você tem que ter alguns indicadores dentro de uma obra que são muito importantes: desperdício, retrabalho... a grande dificuldade da construção civil é que não trabalha com processos repetitivos. Na indústria, melhorando alguma coisinha, dá um bom resultado no final por que ele ta sempre fazendo o mesmo processo o tempo inteiro. Por isso que ainda tem espaço para estudar custos na construção civil.”

Controle de custos de materiais

“Se eu quiser saber o custo de cimento para a obra A no mês de agosto, por exemplo, não posso me basear somente nas notas fiscais de cimento emitidas neste mês para esta obra. Para isto preciso de mais duas informações: qual era o teu estoque inicial e qual é o teu estoque final, por que senão, não tem como calcular o custo. (Custo: Estoque inicial + entradas – estoque final). Se eu controlar “Estoque inicial, entradas, estoque final” de cada matéria prima que entrou e controlar o que foi executado, você consegue, através do que está orçado, você consegue efetivamente a perda e o custo real. Num primeiro momento mede o valor global por insumo, que te ajuda a ver aonde estão os furos, se está certo o teu orçamento ou não. O segundo passo é tentar separar isto por serviços. Querer implantar de cara um controle muito minucioso, mata todo mundo: as pessoas tem resistência, acham que não leva à nada.”

Equipamentos (depreciação e manutenção)

“Manutenção é despesa e a depreciação é custo direto. Custo é tudo o que está ligado diretamente ao produto, despesa é o que não tem ligação direta com o produto. Aluguel de uma grua para ele é custo direto. Se a empresa tivesse uma grua própria, a depreciação dela do tempo que ela está sendo utilizada numa determinada obra tem que ser considerada como custo direto da obra.”

APÊNDICE 8 – Imersão em Empresa (Empresa E)

Relato de aspectos principais

Entrevistados: Gerente de planejamento e orçamento; Gerente administrativo-financeiro; Orçamentista; Assistente de orçamentista.

Características da empresa:

Empresa construtora de médio porte, com sede na cidade de Blumenau, que atua nos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

Constrói obras industriais (principalmente galpões).

Política de contratação de mão-de-obra: administrativa e de engenharia - própria, mão-de-obra de produção - empreitada.

Necessidades da empresa relativas à custos

- Na elaboração de orçamentos para concorrências, se aplica sobre o custo uma taxa para cobrir as despesas administrativas (30%), mas como não se sabe o que esta taxa cobre, não tem como controlar estes gastos.
- A depreciação dos equipamentos não está sendo considerada na formação dos custos para gerar os preços das obras. E a manutenção é considerada somente quando ocorre a quebra de algum equipamento e efetivamente entra como despesa do administrativo
- A necessidade de uma base para contratação de serviços (mão-de-obra subempreitada). Os gestores têm dificuldade em fechar preço de Hh com os empreiteiros por que não sabem se no preço por hora que a construtora paga para seus operários já considera a alimentação, o vale-transporte, as ferramentas, os EPIs,...(em algumas obras cobre e em outras não)
- Existe a dúvida de como quantificar e ratear os custos indiretos entre os “produtos” se as obras são bastante rápidas e é difícil fazer uma previsão de quantidade (e tamanho) de obras para o período (diferentemente de empresas que fazem além da construção, a incorporação).
- Controlar o consumo e o custo dos materiais utilizados nas obras. Estes controles não são feitos, o que é feito é um controle “financeiro” do que foi comprado para aquela obra naquele mês. Também não pode-se dizer que o controle é financeiro por que eles estão misturando os conceitos de financeiro e econômico.
- Como ratear o consumo de material entre os serviços? (por exemplo cimento)
- A importância de se ter um programa (software) que seja integrador entre os vários departamentos da empresa, os chamados ERP's
- O orçamento mascara (não omite) algumas coisas e isso torna o controle mais difícil. Por ex.: a alvenaria precisaria estar aberta em marcação, levante, encunhamento e andaimes (mont e desmont); separar o assentamento de cerâmica do rejuntamento; separar contra-marco do requadro.
- Como controlar o andamento dos serviços de instalações se no orçamento existe uma verba para o serviço como um todo?
- Por que não se pode considerar a produtividade real dos pintores no coeficiente da composição que está no orçamento e colocar o preço da hora mais caro? (eles aumentam o coeficiente para chegar no preço final cobrado pelos pintores, então não tem como controlar a produtividade e o cronograma)

- Levantamento do que não se sabe hoje se estão (e onde) incluídos no orçamento: Segurança: EPI: capacete e bota (empreiteiro), luva e óculos (Empresa E); EPC; Técnico de segurança (provavelmente entre no administrativo, se for exigência do cliente full time na obra – custo direto da obra); seguros: seguro de vida e de saúde; equipamentos: nível à laser, furadeiras, betoneiras, vibradores, ...; ferramentas: colher de pedreiro, enxada, ...; transporte de material, alimentação, vale-transporte, uniforme, combustível, impostos.
- A “quebra” do orçamento segundo a sequência de execução dos serviços (integração do planejamento com o orçamento).

Sugestões feitas à empresa:

- Fazer ter três orçamentos:
 1. para o cliente/concorrência: feito pelo departamento de orçamento, com preços mais globais, taxa de administração apresentada (ou não) de forma percentual ou incluída em cada serviço;
 2. para a empresa: feito pelo departamento de orçamento, com taxas todas abertas, deixando claro o que está dentro das leis sociais e do BDI;
 3. para a obra: feito pelo gestor para que ele tenha mais domínio sobre o que vai ser executado, para que ele possa abrir os serviços para facilitar o controle, inclusive com a taxa de leis sociais aberta para que ele saiba como negociar com os subempreiteiros.
- Controle do consumo de materiais: inicialmente controlar o consumo do insumo como um todo sem se preocupar em qual serviço ele foi utilizado. Para saber o quanto foi consumido de material no mês é preciso ter o controle econômico, ou seja, o quanto de material foi pedido (ou recebido) menos o que está em estoque foi o consumido. Compara este consumo com o teoricamente necessário e terá as perdas. Futuramente fazer um estudo do percentual de material utilizado em cada serviço.
- Já o controle financeiro interessa ao gerente administrativo financeiro, que deverá computar todas as entradas e saídas de caixa como elas realmente ocorreram (se o pagamento for parcelado, colocar o valor de cada parcela nos meses a que se referem).
- Caso o material seja faturado diretamente em nome do cliente, este não deverá ser computado como custo da obra, nem passa pelo fluxo de caixa, mas deverá constar do controle econômico para que se possa verificar se estão ocorrendo perdas nestes materiais.
- Foi elaborada uma planilha para auxiliar os gestores na contratação de subempreiteiros.
- Quanto à integração do planejamento com o orçamento, a doutoranda fez um estudo piloto de alocação dos custos no tempo de acordo com o cronograma para uma das obras da empresa.

APÊNDICE 9 - Imersão em Empresa (Empresa F)

Relato de aspectos principais

A implementação das diretrizes iniciais se deu, parcialmente, na empresa F, que possui as seguintes características: empresa familiar atua como construtora e incorporadora há 17 anos no mercado de São Paulo (SP) e possui mais de 120 mil m² construídos, em geral, na região oeste da cidade. Constrói edifícios residenciais e comerciais, agências bancárias e galpões industriais. Atualmente, o foco é na construção edifícios residenciais de alto e altíssimo padrão. Possui as certificações ISO 9002, ISO 9001 versão 2000 e PBQP-H⁶⁹ nível A. também já foi vencedora do Prêmio Holcim de Sustentabilidade.

O diagnóstico da empresa quanto as necessidades de orçamento foi feita com base em entrevistas com o orçamentista, com o encarregado de estruturas, reuniões com os gestores de obra da empresa e visitas à obra. Neste diagnóstico, foi levantado que a Empresa F precisaria aprimorar os orçamentos elaborados até então para que este servisse de ferramenta para a tomada das seguintes decisões:

- entrar ou não num negócio;
- proposta financeira para apresentar ao incorporador;
- escolha de alternativas de projeto (arquitetura, estrutura, consumo de água e energia na produção, sustentabilidade: resíduos, consumo de materiais, energia para produção dos materiais, Hh/m², geração de CO₂);
- escolha de alternativas tecnológicas;
- planejamento do canteiro de obras, forma de “ataque” da obra e logística dos transportes;
- aquisição de materiais;
- contratação de subempreiteiros;
- organização do trabalho;
- logística de transporte.

A implementação das diretrizes se deu parcialmente. O orçamento foi elaborado de forma mais detalhada que o tradicional. Contudo, a implantação não foi concluída, por que se pretendia acompanhar os custos durante a execução, porém, a empresa não prosseguiu com a construção da obra que era objeto do estudo, encerrando o trabalho de parceria com este grupo de pesquisa logo após a elaboração do orçamento.

Todavia, embora não finalizada esta implantação, esta experiência foi de suma importância para que se pudesse sentir as dificuldades na elaboração deste tipo de orçamento, em especial no levantamento de quantitativos feito paralelamente pela pesquisadora.

Outro aspecto positivo na elaboração deste tipo de orçamento, mais operacional, é que soluções puderam ser tomadas para problemas de projeto que fatalmente iriam ocorrer na obra, não fosse o levantamento detalhado do projeto pelo orçamentista. Neste projeto, por exemplo, existia uma junta de dilatação da periferia da edificação que passaria no interior da área da piscina, o que poderia gerar problemas na sua execução e mesmo fissuras na utilização; a pesquisadora percebeu, questionou o gestor à respeito; uma nova solução foi solicitada ao projetista estrutural, ou seja, ações foram tomadas antecipadamente ao início da

⁶⁹ PBQP-H: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação, exigido pela Caixa Econômica Federal como qualificação para as construtoras a executarem obras com sistema de financiamento bancário.

obra. Quando, como neste caso, existe a interação orçamentista (papel desempenhado pela pesquisadora)- gestor da obra – projetista, retrabalhos e custos desnecessários são evitados.

Outro aspecto positivo foi o questionamento das elevadas quantidades de concreto desta obra; o projetista estrutural foi acionado para que outras soluções fossem propostas a fim de tornar a estrutura mais leve e, reduzindo, assim, o seu custo.

Percebeu-se ainda, que havia falhas nos orçamentos tradicionalmente elaborados por esta empresa, no sentido de que não contemplavam pequenos serviços (como acabamentos) e acabavam ficando a cargo da mão-de-obra própria da empresa, que exigia o pagamento de tarefas extras para fazê-lo. Como este custo não estava considerado no orçamento inicial era extraído da margem da empresa. Sugeriu-se então, que os contratos com empreiteiros fossem refeitos para obras futuras, inserindo estes pequenos serviços (operações) também no orçamento.

APÊNDICE 10 – A classificação por facetas

De acordo com Tristão (2005), a classificação por facetas⁷⁰ foi desenvolvida por Shiyali Ramamrita Ranganathan no ano de 1930 e vem sendo largamente discutida na academia como uma solução para a organização do conhecimento, em decorrência de suas potencialidades de acompanhar as mudanças e a evolução do conhecimento. A expressão “análise em facetas” foi adotada por Ranganathan para indicar a técnica de fragmentar um assunto complexo em seus mais diversos aspectos/partes constituintes, que são as facetas, utilizando para estabelecer a relação entre eles as “categorias fundamentais”, de noções abstratas, denominadas Personalidade, Matéria, Energia, Espaço, Tempo. Deste modo, o termo categoria fundamental é usado por Ranganathan para representar idéias fundamentais que permitem recortar um “Universo de Assunto” (um “corpo” ou uma parte de determinado conhecimento a ser organizado e sistematizado) em classes bastante abrangentes. (Tristão, 2005)

Assim, a classificação facetada é conhecida como um esquema analítico-sintético porque envolve dois processos distintos: a análise do assunto em facetas e a síntese dos elementos que constituem o mesmo sendo, portanto, aplicável a qualquer área do conhecimento. Analisa-se o assunto fragmentando-o em suas partes constituintes, decompondo elementos mais complexos (assuntos) em conceitos simples (conceitos básicos ou facetas) e é sintético na medida em que procura sintetizar, condensar, examinar cada uma dessas partes para, posteriormente, uni-las de acordo com as características do documento que vai ser descrito e representado. Nos sistemas facetados, a divisão é realizada em cadeia, ou seja, determinado assunto vai sendo dividido em subclasses até esgotarem-se as possíveis divisões. (CAMPOS, 1975; MAPLE, 1995 *apud* Tristão, 2005).

Para Amorin e Peixoto (2003), uma das vantagens da classificação facetada é a maior “granularidade” na classificação de produtos e serviços, os quais são tratados como objetos a serem analisados e classificados, incluindo-se os documentos e processos neste universo. Salientam, ainda, que as facetas podem ser entendidas como filtros que indicam sua pertinência, quando aplicados à entidade que queremos analisar. Isto permite uma transposição bastante direta entre as diferentes facetas e uma codificação descritiva do objeto analisado, composta por conjuntos de campos, cada um associado a uma determinada faceta; sendo que para uma definição completa de um objeto podem necessárias várias facetas.

Ou seja: a descrição de um objeto pertencente a um universo se dá pela associação matricial entre elementos de cada faceta, não obrigatoriamente de todas; de forma que podem existir objetos que tenham seu escopo completamente definido por poucas facetas, ou até mesmo uma única.

⁷⁰ Facetas são grupos de características que podem ser aplicadas ao universo estudado (AMORIN e PEIXOTO, 2003)

APÊNDICE 11 – MasterFormat

O MasterFormat é o manual americano-canadense que estrutura e padroniza a classificação e a codificação de insumos, produtos e atividades de construção. Este manual foi desenvolvido e publicado pelas instituições: a americana Construction Specification Institute (CSI) e a canadense Construction Specifications Canada (CSC). Desde o ano de 2004, conta com 43 divisões, apresentadas no Quadro 35.

Quadro 35 - Divisões do sistema de classificação MasterFormat

	Divisão	Título
	00	Procurement and Contracting Requirements
Subgrupo necessidades gerais	01	General Requirements
Subgrupo Construção de facilidades (facility construction)	02	Condições existentes
	03	Concreto
	04	Alvenaria
	05	Metais
	06	Madeiras, plásticos e Composites
	07	Proteção térmica e quanto a umidade
	08	Aberturas
	09	Acabamentos
	10	Especialidades
	11	Equipamentos
	12	Furnishings
	13	Construções especiais
	14	Conveying Equipment
	15	Sistemas mecânicos
	16	Sistemas elétricos
Subgrupo Serviços de facilidades (facility services)	21	Fire Suppression
	22	Fire suppression
	23	Heating Ventilating and Air Conditioning
	25	Integrated Automation
	26	Electrical
	27	Communications
	28	Electronic Safety and Security
Subgrupo canteiro e infra-estrutura	31	Earthwork
	32	Exterior Improvements
	33	Utilities
	34	Transportation
	35	Waterway and Marine Construction
	40	Process Integration
Subgrupo equipamentos e processamentos	41	Material Processing and Handling Equipment
	42	Process Heating, Cooling, and Drying Equipment
	43	Gas and Liquid Handling, Purification and Storage Equipment
	44	Pollution Control Equipment
	45	Industry-Specific Manufacturing Equipment
	48	Electrical Power Generation

O código do MasterFormat⁷¹ identifica os seguintes níveis de detalhamento, de acordo com o exemplo a seguir:

03 00 00 CONCRETO

03 10 00 FÔRMAS E ACESSÓRIOS PARA CONCRETO

03 11 00 Fôrmas para concreto

⁷¹ Estes códigos são a base da codificação proposta no manual americano de custos Means Building Construction Cost Data e pelo manual brasileiro de orçamentação TCPO.

03 11 13 Fôrmas para concreto estrutural feito em obra

03 11 13.13 Fôrmas deslizantes

03 11 13.16 Fôrmas com escoras

Os dois primeiros dígitos, neste caso, “03”, representam o número da divisão, também conhecido como nível um. O próximo par de números, neste caso, “11”, representam o nível dois, e, o terceiro par, “13”, representam o nível três. Geralmente, o nível quatro não é listado pelo MasterFormat, mas, quando aparece, um par de dígitos é acrescentado no final, precedido de um ponto. O nível quatro somente é usado nos locais onde o montante de detalhes exige um nível adicional de classificação, como no caso exemplificado anteriormente.

Ao se analisar o documento do CSI (2004), observa-se que a estrutura do Master Format considera os serviços num mesmo nível hierárquico, por exemplo: 03 10 - fôrmas, 03 20 - armação e 03 30 - concretagem. Contudo, a nomenclatura usada neste manual refere-se aos produtos (fôrma, armadura, concreto) e não à execução dos serviços (fôrmas, armação, concretagem), como comumente se encontram nos manuais nacionais.

Porém, como a maior parte dos sistemas de classificação, o MasterFormat reflete uma visão cultural dominante, que define de modo empírico quais os elementos e componentes serão ordenados a cada nível, nem sempre se ajustando a todos os casos e necessitando revisões periódicas para atualização destas práticas.

Especialistas na área de classificação citam que um problema comum nestas estruturas hierarquizadas, como a do MasterFormat é a possibilidade de alocação de um mesmo produto ou serviço em vários locais da classificação, o que dificultaria a busca por este elemento. (TRISTÃO, 2005; AMORIN e PEIXOTO, 2003).

APÊNDICE 12 – UniFormat

O UniFormat é um guia para estruturação das informações de construção baseado nas partes físicas de uma edificação, chamada por seus criadores⁷² de “sistemas e construções”. Estes sistemas e construções são caracterizados pela sua função, sem identificar os produtos que os compõem.

Sistemas e construções apresentam uma visão de uma edificação diferente da visão apresentada pela estruturação em função dos materiais de construção, produtos e atividades, tais como são apresentadas no MasterFormat. O UniFormat tem a finalidade de complementar o MasterFormat. (site do CSI, 2007).

O UniFormat classifica as informações em nove categorias “de nível 1”, as quais podem ser usadas para organizar as descrições de projetos resumidas, assim como as informações preliminares sobre custos. As oito últimas categorias de “nível 1” são identificadas como “*Construction Systems and Assemblies*”:

Quadro 36 – Nível 1 da classificação do UniFormat

	Descricao do projeto
A	Subestrutura (Substructure)
B	Fechamentos (Shell)
C	Interiores (Interiors)
D	Serviços (Services)
E	Equipamentos e acabamentos (Equipment and Finishings)
F	Construções especiais e demolição (Special Construction and Demolition)
G	Canteiro-de-obras (Building Sitework)
Z	Geral (General)

Fonte: site CSI (2007)

O UniFormat possui uma estrutura de quebra de cada nível 1 em títulos de nível 2 e de nível 3 com designações alfanuméricas fixas. Existe também títulos de nível 4 e 5 com designações alfanuméricas, que, em geral, correspondem aos números e títulos do MasterFormat. Vide no Quadro 37 um exemplo dos níveis usados no UniFormat.

Quadro 37 – Níveis de estruturação do UniFormat

Código	Título	Nível
A	Subestrutura	Nível 1
A10	Fundações	Nível 2
A1010	Fundações padrão	Nível 3
A1010.XX	Contenções	Nível 4
A1010.X X	Fundações em coluna	Nível 5

Fonte: site CSI (2007)

A listagem dos códigos e títulos (do nível 1 ao nível 3) encontrados no UniFormat 1998 estão apresentados a seguir. A primeira parte (Project Description) refere-se às informações sobre o gerenciamento do empreendimento, sendo que os sistemas de construção estão na segunda parte (Quadro Construction Systems and Assemblies).

⁷² O UniFormat foi desenvolvido e é publicado pelas instituições: a americana Construction Specification Institute (CSI) e a canadense Constructions Specifications Canada (CSC).

Project Description

1010	Project Summary
1020	Project Program
1030	Existing Conditions
1040	Owner's Work
1050	Funding
20	Proposal, Bidding, and Contracting
2010	Delivery Method
2020	Qualifications Requirements
2030	Proposal Requirements
2040	Bid Requirements
2050	Contracting Requirements
30	Cost Summary
3010	Elemental Cost Estimate
3020	Assumptions and Qualifications
3030	Allowances
3040	Alternates
3050	Unit Prices

Continua ...

...Continua: UniFormat Lite - Construction Systems and Assemblies

A Substructure	D3060 HVAC Instrumentation and Controls	G1030 Site Earthwork
A10 Foundations	D3070 HVAC Systems Testing, Adjusting, and Balancing	G1040 Hazardous Waste Remediation
A1010 Standard Foundations	D3090 Other Special HVAC Systems and Equipment	G20 Site Improvements
A1020 Special Other Foundations	D40 Fire Protection Systems	G2010 Roadways
A1030 Slabs on Grade	D4010 Fire Protection Sprinklers Systems	G2020 Parking Lots
A20 Basement Construction	D4020 Standpipes and Hose Systems	G2030 Pedestrian Paving
A2010 Basement Excavation	D4030 Fire Protection Specialties	G2040 Site Development
A2020 Basement Walls	D4090 Other Fire Protection Systems	G2050 Landscaping
B Shell	D50 Electrical Systems	G30 Site Civil/Mechanical Utilities
B10 Superstructure	D5010 Electrical Service and Distribution	G3010 Water Supply
B1010 Floor Construction	D5020 Lighting and Branch Wiring	G3020 Sanitary Sewer
B1020 Roof Construction	D5030 Communications and Security Systems	G3030 Storm Sewer
B20 Exterior Enclosure	D5040 Special Electrical Systems	G3040 Heating Distribution
B2010 Exterior Walls	D5050 Electrical Controls and Instrumentation	G3050 Cooling Distribution
B2020 Exterior Windows	D5060 Electrical Testing	G3060 Fuel Distribution
B2030 Exterior Doors	D5090 Other Electrical Systems	G3090 Other Site Mechanical Utilities
B30 Roofing	E Equipment and Furnishings	G40 Site Electrical Utilities
B3010 Roof Coverings	E10 Equipment	G4010 Electrical Distribution
B3020 Roof Openings	E1010 Commercial Equipment	G4020 Site Lighting
C Interiors	E1020 Institutional Equipment	G4030 Site Communications and Security
C10 Interior Construction	E1030 Vehicular Equipment	G4090 Other Site Electrical Utilities
C1010 Partitions	E1090 Other Equipment	G90 Other Site Construction
C1020 Interior Doors	E20 Furnishings	G9010 Service Tunnels
C1030 Fittings Specialties	E2010 Fixed Furnishings	G9090 Other Site Systems
C20 Stairs	E2020 Movable Furnishings	Z General
C2010 Stair Construction	F Special Construction and Demolition	Z10 General Requirements
C2020 Stair Finishes	F10 Special Construction	Z1010 Administration
C30 Interior Finishes	F1010 Special Structures	Z1020 Procedural General Requirements
C3010 Wall Finishes	F1020 Integrated Construction	Z1030 Temporary Facilities and Temporary Controls
C3020 Floor Finishes	F1030 Special Construction Systems	Z1040 Project Closeout
C3030 Ceiling Finishes	F1040 Special Facilities	Z1050 Permits, Insurance, and Bonds
D Services	F1050 Special Controls and Instrumentation	Z1060 Fee
D10 Conveying Systems	F20 Selective Demolition	Z20 Bidding
D1010 Elevators and Lifts	F2010 Building Elements	Requirements, Contract Forms, and Conditions
D1020 Escalators and Moving Walks	F2020 Hazardous Components Abatement	Z2010 Bidding Requirements
D1030 Materials Handling	G Building Sitework	Z2020 Contract Forms Escalation Contingency
D1090 Other Con	G10 Site Preparation	Z2030 Conditions Construction Contingency
D20 Plumbing	G1010 Site Clearing	Z90 Project Cost Estimate
D2010 Plumbing Fixtures	G1020 Site Demolition and Relocations	Z9010 Lump Sum
D2020 Domestic Water Distribution		Z9020 Unit Prices
D2030 Sanitary Waste		Z9030 Alternates/Alternatives
D2040 Rain Water Drainage		
D2090 Other Plumbing Systems		
D30 Heating, Ventilating, and Air Conditioning (HVAC)		
D3010 Fuel Energy Supply Systems		
D3020 Heat Generation Systems		
D3030 Heat Rejection Systems		
D3040 Heat HVAC Distribution Systems		
D3050 Heat Transfer Terminal and Packaged Units		

APÊNDICE 13 – Overall Construction Classification System (OCCS) ou OmniClass

A organização das tabelas do OmniClass está baseada na segregação dos tipos de informação a ser classificada entre um conjunto de tabelas coordenadas. A informação contida em cada tabela existe e é organizada com base numa faceta específica ou na visão da informação total existente no ambiente da edificação.

O OmniClass é um sistema de classificação elaborado pelo Construction Specifications Institute (CSI), Construction Specifications Canada (CSC) e International Alliance for Interoperability (IAI).

Ele pode ser usado para muitas aplicações, dentre elas: organizar uma “biblioteca” de materiais, informações de projeto e fornecer uma estrutura de classificação para bases de dados eletrônicas.

Este sistema compilou e aprimorou as informações existentes em outros sistemas, que se tornaram a base de suas tabelas: a estruturação geral partiu da norma ISO 12006-2, foram utilizadas algumas partes (relativas à forma e escopo) de tabelas publicadas pela *ASTM International*; o *MasterFormat* serviu para estruturar os serviços, o *Unifomat* para classificar os elementos e o *EPIC (Electronic Product Information Cooperation)* para estruturação dos produtos. O OmniClass é similar ao sistema inglês *Uniclass (Unified Classification for the Construction Industry)*, pois ambos utilizam a estruturação da informação em facetas e partiram da padronização proposta na ISO 12006-2.

O OmniClass é um sistema composto de 15 tabelas inter-relacionadas que classificam objetos que descrevem o ambiente construído de uma variedade de pontos de vista. Cada tabela pode ser usada independentemente para classificar um tipo particular de informação ou então pode-se entrar em mais de uma tabela para classificar assuntos mais complexos. (CSI e CSC, 2006)

Atualmente o padrão OmniClass prevê 15 tabelas de classificação (CSI e CSC, 2006), quais sejam:

11. Entidades Construídas por função	21. Elementos (inclui elementos de projeto)	31. Fases	41. Materiais
12. Entidades Construídas por forma	22. Resultados do trabalho	32. Serviços	49. Propriedades
13. Espaços por função	23. Produtos	33. Disciplinas	
14. Espaços por forma		34. Regras organizacionais	
		35. Ferramentas	
		36. Informações	

O sistema OmniClass™ é usado para organizar muitas formas diferentes de informação: (eletrônica ou impressa), em bibliotecas e arquivos, ao preparar informações de projeto, informações de custo, informações quanto às especificações, além de outras informações que são geradas durante a execução e que sejam necessárias de serem armazenadas durante todo o ciclo de vida do projeto (empreendimento).

APÊNDICE 14 – Questionário voltado ao entendimento das necessidades da CEF

Aplicado aos profissionais gestores do SINAPI da CEF.

Respostas principais: no texto da tese, item 7.1, no APÊNDICE 15 e no APÊNDICE 16

Parte 1 - Sobre a estrutura da CEF e do SINAPI (a parte 1 se aplica ao gerente geral do sistema SINAPI)

- 1) O que é o SINAPI?
- 2) Como começou?
- 3) No organograma da empresa, onde está localizada a diretoria responsável pelo SINAPI?
- 4) Quem são os profissionais responsáveis pela manutenção e atualização do SINAPI?
- 5) Quem são os profissionais responsáveis pela utilização do SINAPI?
- 6) Como os profissionais utilizam o SINAPI?

Parte 2 - Sobre as obras

- 7) Qual é o tipo de obras que a CEF financia?
- 8) Qual é o tipo de obra mais provável de ser orçada (as tecnologias utilizadas a forma de contratação da mão-de-obra de produção, a experiência e o treinamento da equipe para o tipo de obra; a qualidade e o tipo dos materiais, a propriedade e o tipo de equipamentos a serem empregados na execução, ferramentas de gestão e controle em geral adotadas)?
- 9) Quais os processos a serem contemplados pelas composições?

Parte 3 - Sobre o tipo de financiamento fornecido pela CEF

- 10) Quais as modalidades de financiamento da CEF?
- 11) Quem são os clientes atendidos pelos financiamentos da CEF?
- 12) Quais destas obras e destes clientes utiliza o banco de dados do SINAPI como balisador?
- 13) Qual o procedimento para pedir financiamento?

Parte 4 - Sobre o processo de avaliação do orçamento pela CEF

- 14) Quem avalia os orçamentos?
- 15) Qual o procedimento para analisar um pedido de financiamento?
- 16) Qual o tempo que o avaliador tem para emitir um parecer a respeito da solicitação de financiamento?
- 17) Em geral, em que fase do projeto se dá a solicitação de financiamento para execução das obras?
- 18) Durante o processo de avaliação, a CEF solicita algum detalhamento a mais de projeto?
- 19) Quem faz o acompanhamento da obra para liberação dos pagamentos?
- 20) Qual é o procedimento para fazer este acompanhamento da obra? Quais documentos utiliza para balisamento?
- 21) No seu ponto de vista, qual o principal problema dos orçamentos que a CEF recebe para avaliar?

Parte 5 -Sobre o banco de dados do SINAPI

- 22) No seu ponto de vista, qual o principal problema nos orçamentos elaborados pela CEF?
- 23) Quais os pontos que você julga importantes de serem aprimorados no SINAPI?
- 24) Quais as características que você julga fundamentais para um banco de dados de composições de custo de obra?

Parte 6 -Sobre as composições a serem propostas

- 25) Quem irá ter acesso a este novo banco? Os usuários finais (que solicitaram o financiamento) terão acesso?
- 26) Como se dará a implantação das novas composições?

APÊNDICE 15 - O que é o SINAPI

O SINAPI é um sistema de pesquisa mensal que informa custos e índices da construção civil. Este Sistema foi implantado em 1969, pelo extinto Banco Nacional da Habitação (BNH), com o objetivo de oferecer ao Governo Federal e ao Setor da Construção Civil um conjunto de informações mensais sobre custos e índices da construção civil de forma sistemática e de abrangência nacional. (CEF, 2007)

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2008) era necessário ao BNH, enquanto órgão governamental responsável pelos programas habitacionais da época, dispor de informações detalhadas de custos e índices da construção. Estas informações eram fundamentais para análise e avaliação de orçamentos, permitindo a programação de investimentos, bem como, permitiam o reajustamento e atualização dos mesmos. Neste sentido, o SINAPI veio a preencher as lacunas relativas à disponibilidade de custos e índices de custos de construção até então existentes.

Em 1985, a produção integral do SINAPI, com a coleta e o processamento das informações de custo, passou a ser responsabilidade do IBGE, permanecendo com o BNH a manutenção do Sistema quanto aos aspectos técnicos de engenharia. Após a extinção do BNH, aquelas que eram suas atribuições foram assumidas pela Caixa Econômica Federal. (IBGE, 2008)

No ano de 1994, uma resolução do Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) determinou que a CEF uniformizasse os procedimentos de sua área de engenharia em nível nacional e implantasse um Sistema de acompanhamento de custos e adequação de materiais, tanto para empreendimentos no setor habitacional quanto para saneamento e infra-estrutura urbana. Este sistema de acompanhamento de custos serviria para fundamentar as análises dos projetos financiados com recursos daquele Fundo. Atendendo esta resolução, a CEF ampliou os objetivos do SINAPI e, além do convênio para a produção das estatísticas para a área de edificações, assinou outro convênio com o IBGE para a implantação e realização da coleta mensal de preços e salários dos novos setores, cujo início se deu em julho de 1997. (IBGE, 2008)

Atualmente, as informações do SINAPI ainda são resultantes de trabalhos técnicos conjuntos da CEF do - IBGE, amparados em convênio de cooperação técnica. A rede de coleta do IBGE pesquisa mensalmente preços de materiais e equipamentos de construção, assim como os salários das categorias profissionais junto a estabelecimentos comerciais, industriais e sindicatos da construção civil, nas 27 capitais da Federação. As séries mensais de custos e índices SINAPI referem-se ao custo do metro quadrado de construção considerando-se os materiais, equipamentos e a mão-de-obra, inclusive com os encargos sociais.

O SINAPI possibilita que sejam calculados os custos para projetos residenciais, comerciais, equipamentos comunitários, saneamento básico e emprego e renda. Para tanto, são relacionados os serviços desenvolvidos durante a execução de uma obra. Conhecendo-se os materiais e suas respectivas quantidades, bem como a mão-de-obra e o tempo necessário para realização de cada serviço através de composições técnicas ou composições de custo, é possível, tendo-se os preços e salários, calcular o seu custo. Somando-se os custos de todos os serviços determina-se o custo total de construção relativo a cada projeto. No caso de projetos residenciais e comerciais um mesmo serviço pode ser executado segundo diferentes especificações que atendem a quatro padrões de acabamento: alto, normal, baixo e mínimo.

Contundo, é importante salientar, que o SINAPI não tem sua utilidade ligada apenas ao fornecimento do indicador de custo mensal, mas sim, apresenta um largo campo de aplicações, tais como: execução e análise de orçamentos, estimativas de custos, programação de investimentos, reajustamentos de contratos, planejamentos dos investimentos no setor pela

CEF e pelo Governo Federal. Serve também de balizador para outros órgãos como, por exemplo: Tribunal de Contas da União (TCU); Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico (IPHAN); Fundação Nacional da Saúde (FUNASA); Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Ministério da Defesa. Têm-se, no ANEXO 1, exemplos de contratos geridos pela CEF, que utilizam o SINAPI como balizador. Cada um dos 130 programas sob gestão da CEF possui uma rotina específica para solicitação de financiamento, definidas pelo Ministério gestor.

Mais recentemente, a partir da edição da Lei 10.524 /2002, de 25 de Julho de 2002 (LDO 2003), o SINAPI tornou-se ainda mais importante, uma vez que passou a ser o indicador oficial para aferição da razoabilidade dos custos das obras públicas executadas, em especial daquelas com recursos do Orçamento Geral da União – OGU (CEF, 2008).

Os projetos, a relação de serviços, as especificações de insumos e serviços e as composições de custo constituem a base técnica de engenharia do Sistema SINAPI. A manutenção da base técnica de engenharia, base cadastral de coleta de preços e métodos de produção é de competência da CEF. Para tanto, é fundamental que estas informações estejam atualizadas e coerentes com o que está sendo praticado pelo mercado de construção civil.

A coleta de preços pelo IBGE

De acordo com o IBGE (2007), instituto responsável pela coleta dos preços de insumos componentes do SINAPI, as bases da coleta são constituídas por 2 cadastros: de “locais” e de “insumos”. O cadastro de locais é composto por estabelecimentos comerciais e industriais, representantes, fornecedores, prestadores de serviço, sindicatos e empresas de construção, totalizando aproximadamente 8000 informantes no País. Já o cadastro de insumos é composto por materiais, equipamentos (venda e locação), serviços e categorias profissionais, tendo sido montado pela CEF a partir dos arquivos técnicos do SINAPI e organizado em grupamentos homogêneos (famílias homogêneas), visando a otimização da coleta, já que o Sistema contempla aproximadamente 8500 insumos.

São coletados mensalmente os preços/salários dos “insumos representantes”, de aproximadamente 400 itens. Os demais, chamados de “insumos representados”, têm os preços/salários gerados através de coeficientes calculados a partir de uma coleta extensiva, isto é, englobando todos os insumos.

A coleta de preços é realizada na primeira quinzena do mês pelas equipes estaduais do IBGE segundo conceitos e procedimentos preestabelecidos, permitindo dessa forma a comparabilidade das informações.

São obtidas cerca de 46000 informações (preços e salários), sendo utilizados questionários personalizados por local, isto é, contendo apenas insumos nele comercializados. Encerrada a coleta, os preços e salários são digitados e passam por uma Crítica Estatística Automatizada. Em seguida, no Rio de Janeiro, uma equipe da Coordenação de Índices de Preços (COINP) da Diretoria de Pesquisas (DPE), analisa e valida as informações, garantindo a homogeneidade dos conceitos e procedimentos na produção dos resultados.

Os resultados são divulgados no início do mês seguinte ao de referência da coleta, conforme calendário disponível no site do IBGE.

APÊNDICE 16 – Necessidades apontadas pelos gestores do SINAPI/CEF

Antes do início do trabalho de proposição das composições à CEF, os gestores do Sinapi foram entrevistados sobre a necessidade de aprimoramento das composições de custo do Sistema. Após transcrição das entrevistas, as principais necessidades foram pinçadas e estão descritas a seguir.

Segundo eles, as composições devem ter erros; desde devido a falta de atualização, de não se ter coeficientes de produtividade e consumo de materiais confiáveis para um certo serviço, até terem ocorrido erros de cadastramento; devem haver lacunas e sobreposições. Sentem falta, também, de um maior detalhamento quanto à forma de execução dos serviços que estão sendo orçados, a fim de definir o que cada composição abriga. Defendem que não seja algo muito minucioso, mas que contenha: modo de fazer; os coeficientes coerentes e a forma de medir. No banco de dados atual a explicação de como fazer, teoricamente, está no nome da composição e é incompleta.

Outros citaram, ainda, que são necessários aprimoramentos no ambiente tecnológico (referindo-se aos gargalos na navegação do sistema computacional que abriga as composições), melhoria na coleta de preços do IBGE, melhoria no acompanhamento e atualização de inovações tecnológicas da construção civil a serem cadastradas no sistema; manutenção das informações técnicas e defendem também uma maior divulgação das composições, permitindo o acesso a usuários externos.

De acordo com os entrevistados, as características que julgam fundamentais para um banco de dados de composições de custo de obra são:

“ISENÇÃO e INDEPENDÊNCIA de quem gerencia as regras do sistema, de quem coleta preços e de quem atesta a conformidade técnica das composições (meio acadêmico, por exemplo), com acesos ilimitados de todos os órgãos de controle do país. Tem que ter TRANSPARÊNCIA em todas as ações e informações.”

“REPRESENTATIVIDADE: As composições unitárias devem representar com a maior aproximação possível as formas locais de execução dos serviços nas obras civis”.. “peculiaridades regionais em termos de fornecimento de materiais, exigências impostas por clima, solos, legislações etc.” ... “imprescindível é respeitarmos o regionalismo quanto as condições de produção em geral”. DINÂMICIDADE: O banco de dados deve ser atual. Para isso, deve ser permanentemente monitorado, quanto a forma de fazer, insumos utilizados, produtividade adequada, formas de aquisição dos insumos, especialmente mão-de-obra etc.”... “TRANSPARÊNCIA: As informações deve estar totalmente claras e de fácil acesso, possibilitando análises críticas quanto a sua aplicabilidade.”

APÊNDICE 17 - Exemplos de composições geradas pelo método

O nível mais desagregado para o qual se tem dados disponíveis e que atendem às necessidades do agente pesquisado é para o nível do componente (produto mínimo).

As composições dos componentes do serviço de fôrmas são mostradas no Quadro 38.

Quadro 38 - Composições para os componentes das fôrmas⁷³:

	Insumos da composição												
	Carpinteiro (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Forma pré-fabricada (m ²)	Compensado plastificado (m ²)	Madeira serrada (m ³)	Sanduíche metálico (m)	Viga metálica (m)	Escora metálica (un)	Prego (kg)	Desmoldante (l)	Nível a laser* (h)	Serra circular** (h)	Energia da serra circular (kWh)
Composição do Pilar (m ²)	0,70	0,11	1,15	-		1,87	-	-	0,06	0,006	0,05	0,0972	0,022
Composição da viga (m ²)	0,99	0,15	1,15	-		-	-	-	0,05	0,006	0,05	0,0972	0,022
Composição da laje (m ²)	0,63	0,09	1,15	-		-	2,10	0,55	0,06	0,006	0,05	0,0972	0,022
Composição da escada (m ²)	3,62	0,54	-	1,20	0,087	-	-	-	0,20	0,006	0,05	0,547	0,322

As composições dos componentes da armação estão no Quadro 39.

Quadro 39 - Composições para as tarefas componentes da armação⁷⁴

	Insumos da composição											
	Armador (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Aço CA-60 5mm (Kg)	Aço CA-60 6,3mm (Kg)	Aço CA-50 8mm (Kg)	Aço CA-50 10mm (Kg)	Aço CA-50 12,5mm (Kg)	Aço CA-50 16mm (Kg)	Aço CA-50 20mm (Kg)	Arame recozido (Kg)	Energia da pollicorte (kWh)	Pollicorte* (h)
Composição pilar (kg)	0,062	0,009	0,28	-	-	0,25	0,50	0,08	-	0,025	0,0041	0,0097
Composição Viga (kg)	0,064	0,010	0,11	0,07	-	0,09	0,14	0,37	0,32	0,025	0,041	0,0097
Composição laje (kg)	0,043	0,060	0,08	0,13	0,53	0,28	0,08	-	-	0,025	0,041	0,0097
Composição escada (kg)	0,084	0,013	-	0,20	0,08	0,83	-	-	-	0,025	0,041	0,0097

As composições dos componentes da concretagem no Quadro 40.

⁷³ Considerando esta fôrma com as mesmas características daquela citada em 7.3.2.

⁷⁴ Considerou-se o aço fornecido em barras.

⁷⁵ Em virtude da importância do diâmetro das barras na produtividade, pensou-se, inicialmente, em produzir composições considerando diâmetros equivalentes na descrição da composição; contudo, o problema em se propor um “diâmetro médio” está na dificuldade da posterior cotação deste “insumo” e na geração da lista de materiais feita a partir do orçamento, que não iria refletir a necessidade real de aço para cada bitola. Optou-se, então, por propor composições onde a variedade de diâmetros já está contemplada nos insumos e indicadores das composições, coerentemente com o que é executado para cada elemento (pilar, viga, laje e escada), de acordo com estudos em projeto feitos por Salim Neto (2008).

Quadro 40 - Composições para as tarefas componentes da concretagem⁷⁶

	Insumos da composição				
	Oficial (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Concreto virado em obra traço 1:1,25:2,25, resistência 20 MPa (m³)	Vibrador de imersão agulha de 45mm, mangote até 5m e motor elétrico trifásico, vida útil 2 anos (h)	Energia elétrica para vibrador (kwh)
Composição do Pilar (m³)	2,30	2,30	1,09	1,94	0,27
Composição da viga/laje/escada (m³)	1,25	1,25	1,09	1,94	0,23

A partir dos percentuais de participação na estrutura, fornecidos no do Quadro 20, é possível elaborar as seguintes composições:

- para o serviço de fôrmas no Quadro 41;

Quadro 41 - Composição para o serviço de fôrmas

<p><i>“Forma para edificação multifamiliar com estrutura de concreto armado para estrutura como um todo de compensado plastificado de 18 mm travamento dos pilares de sanduíche de aço e tirantes com escoramento das vigas com garfo de madeira com escoramento das lajes com escora metálica com vigamento de metálico com 1 utilização, pré-fabricada.”</i></p> <p><i>Unidade do serviço m² de fôrma em contato com concreto</i></p>												
Carpinteiro (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Forma pré-fabricada (m²)	Compensado plastificado (m²)	Madeira serrada (m³)	Sanduíche metálico (m)	Viga metálica (m)	Escora metálica (un)	Prego (kg)	Desmoldante (l)	Nível a laser * (h)	Serra circular** (h)	Energia da serra circular (kWh)
0,79	0,12	1,13	0,02	0,002	0,62	0,90	0,24	0,06	0,006	0,05	0,11	0,03

- para o serviço de armação no Quadro 42;

Quadro 42 - Composição para o serviço de armação

<p><i>“Armação para edificação multifamiliar com estrutura de concreto armado para estrutura como um todo, com aço em barras”</i></p> <p><i>Unidade do serviço kg de armadura</i></p>											
Armador (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Aço CA-60 5mm (Kg)	Aço CA-60 6,3mm (Kg)	Aço CA-50 8mm (Kg)	Aço CA-50 10mm (Kg)	Aço CA-50 12,5mm (Kg)	Aço CA-50 16mm (Kg)	Aço CA-50 20mm (Kg)	Arame recozido (Kg)	Energia da polícorde (KWh)	Polícorde* (h)
0,055	0,008	0,15	0,07	0,22	0,22	0,23	0,12	0,08	0,025	0,0041	0,0097

- para o serviço de concretagem no Quadro 43.

Quadro 43 - Composição para o serviço de concretagem

<p><i>“Concretagem para edificação multifamiliar com estrutura de concreto armado para estrutura como um todo, utilizando concreto virado em obra, transporte vertical com elevador, traço do concreto: 1:1,25:2,25 e resistência 20 MPa. Controle tipo “C”. Contempla: dosagem, mistura, transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto”</i></p> <p><i>Unidade do serviço m³ de estrutura de concreto armado</i></p>											
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

⁷⁶ Foi adotado um tipo de concreto com as seguintes características: feito em obra, transporte vertical com elevador, o traço do concreto adotado de 1:1,25:2,25 e controle tipo “C”.

Oficial (Hh)	Ajudante Direto (Hh)	Concreto virado em obra traço 1:1,25:2,25, resistência 20 MPa (m³)	Vibrador de imersão agulha de 45mm, mangote até 5m e motor elétrico trifásico, vida útil 2 anos (h)	Energia elétrica para vibrador (kwh)
1,46	1,46	1,09	1,94	0,24

No caso deste exemplo, tem-se a composição auxiliar de nível 1 do preparo do concreto em obra mostrada no Quadro 44.

Quadro 44 - Composição auxiliar de nível 1: preparo do concreto em obra

COMPOSIÇÃO AUXILIAR DE NÍVEL 1					
“Concreto virado em obra traço 1:1,25:2,25, resistência 20 MPa”					
Unidade do serviço m³					
Ajudante de apoio (Hh)	Cimento Portland (kg)	Areia média (m³)	Brita (m³)	Betoneira volume 320 litros, potência 2HP, vida útil 2 anos (h)	Energia elétrica para betoneira (kwh)
4,40	431	0,442	0,647	1,94	2,088

No caso em exemplificação, têm-se como composições auxiliares de nível 2, aquelas referentes aos equipamentos:

- para execução de fôrmas, no Quadro 45;

Quadro 45 - Composições de custo horário dos equipamentos utilizados na execução de fôrmas

COMPOSIÇÃO AUXILIAR DE NÍVEL 2						
	Remuneração do capital para serra circular 3 HP com mesa	Depreciação para serra circular 3 HP com mesa	Manutenção para serra circular 3 HP com mesa	Remuneração do capital para nível a laser	Depreciação para nível a laser	Manutenção para nível a laser
Serra circular 3HP com mesa	0,0000391*	0,00022*	0,0000434*	-	-	-
Nível a laser 360° com tripé	-	-	-	0,0000391*	0,00022*	0,0000434*

*valores a serem multiplicados pelo preço do equipamento novo.

- para execução de armaduras, no Quadro 46;

Quadro 46 - Composições de custo horário do equipamento utilizado na execução de armaduras

COMPOSIÇÃO AUXILIAR DE NÍVEL 2			
	Remuneração do capital para policorte	Depreciação para policorte	Manutenção para policorte
Policorte	3,91 x 10 ⁻⁵ *	2,2 x 10 ⁻⁴ *	4,34 x 10 ⁻⁵ *

*valores a serem multiplicados pelo preço do equipamento novo.

- para execução de concretagem, Quadro 47.

Quadro 47 - Composições de custo horário dos equipamentos utilizados na execução da concretagem

COMPOSIÇÃO AUXILIAR DE NÍVEL 2						
	Remuneração do capital para vibrador	Depreciação para vibrador	Manutenção para vibrador	Remuneração do capital para betoneira	Depreciação para betoneira	Manutenção para betoneira
Vibrador de imersão agulha de 45mm, mangote até 5m e motor elétrico trifásico, vida útil 2 anos (h)	3,91 x 10 ⁻⁵ *	2,2 x 10 ⁻⁴ *	4,34 x 10 ⁻⁵ *			
Betoneira volume 320 litros, potência 2HP, vida útil 2 anos				3,91 x 10 ⁻⁵ *	2,2 x 10 ⁻⁴ *	4,34 x 10 ⁻⁵ *

*valores a serem multiplicados pelo preço do equipamento novo.

Em se tendo posse das composições anteriormente mostradas, é possível elaborar composições para a estrutura de concreto armado como um todo, considerando-os conjuntamente e formando a composição para o subsistema, mostrada no Quadro 48. Para se proceder a conversão da área de fôrmas (dada em m^2) e da massa de armadura (dada em kg) em volume de estrutura de concreto (dado em m^3), foram utilizados os indicadores do Quadro 20.

Quadro 48 – Composição global para o subsistema estrutura de concreto armado

“Estrutura de concreto armado para edificação multifamiliar composta por fôrma em compensado plastificado de 18 mm, sendo o travamento dos pilares de sanduíche de aço e tirantes, escoramento das vigas com garfo de madeira, escoramento das lajes com escora metálica e vigamento das lajes metálico com 1 utilização, pré-fabricada; armação utilizando com aço em barras e concretagem utilizando concreto virado em obra, transporte vertical com elevador, traço do concreto: 1:1,25:2,25 e resistência 20 MPa. Controle tipo "C", já considerados: dosagem, mistura, transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto”										
Unidade do serviço m ³ de estrutura de concreto armado										
Oficial (Hh)	13,62		Fôrma pré-fabricada	10,18		Aço CA-50 12,5mm (Kg)	21,09		Serra circular (h)	0,99
Ajudante direto (Hh)	3,27		Prego de aço (kg)	0,54		Aço CA-50 16mm (Kg)	11,00		Policorte (h)	0,87
Compensado plastificado 18mm (m²)	0,18		Desmoldante para forma de madeira (l):	0,054		Aço CA-50 20mm (Kg)	7,33		Vibrador (h)	1,94
Madeira serrada (m³)	0,02		Aço CA-60 5mm (Kg)	13,75		Arame recozido (Kg)	2,29			
Sanduíche metálico (m)	5,59		Aço CA-60 6,3mm (Kg)	6,42		Energia serra (KWh)	0,88			
Viga metálica (m)	8,11		Aço CA-50 8mm (Kg)	20,17		Concreto virado em obra traço 1:1,25:2,25, f _{ck} = 20 MPa (m³)	1,09			
Escora metálica (un)	2,16		Aço CA-50 10mm (Kg)	20,17		Nível a laser (h)	0,45			

Observar nos coeficientes de consumo acima que os recursos para preparação do concreto em obra estão contidos na composição de nível 1: “concreto virado em obra”, mas que poderiam ser apresentados de forma explodida, mostrando os recursos (mão-de-obra, materiais e equipamento) para a sua preparação.

Tem-se, desta forma, construída uma composição global, formada a partir de uma rede de composições mais detalhadas, interligadas por indicadores que levam em conta a relevância de cada uma destas mais detalhadas na composição de nível mais geral (e imediatamente acima destas).

ANEXO 1 – Facetas do Projeto CDCON

OBJETOS DA PRODUÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (Terminologia Específica)	
A Produtos da Construção	
A1	Edificações (tipologia por função)
A2	Espacos da Edificação (tipologia por função)
A3	Elementos da Edificação (tipologia por função)
B Processos Construtivos	
B1	Processos de Concepção
B2	Processos Gerenciais
B3	Processos de Execução (inclusive Lote de Serviços)
C1 Agentes e Meios	
C1	Intervenientes: Pessoas físicas (arquiteto, pedreiro) e Pessoas Jurídicas (agente financeiro, incorporador, construtora)
C2	Equipamentos e Ferramentas (Ferramentas Manuais, Equipamentos e Softwares)
D Documentos	
D1	Documentos Legais ou regulatórios,
D2	Documentos de concepção
D3	Documentos Gerenciais
D4	Documentos Contratuais
ATRIBUTOS (Terminologia Correlata)	
E Propriedades (ou Atributos Mensuráveis)	
E1	Grandezas físico-químicas (largura, altura, espessura, diâmetro, profundidade, peso etc)
E2	Grandezas gerenciais (custo, produtividade, valor presente etc)
E3	Grandezas comerciais (preço, prazo, peso bruto, quantidade por embalagem etc)
E4	Dimensões construtivas (afastamento, pé direito, entrepiso, vão livre...)
E5	Desempenho
F Atributos Qualitativos	
FA	Material Básico (metal, madeira, vidro, gesso...)
FB	Forma (quadrado, plano, longilíneo, amorfo, autonivelante...)
FC	Cor
FD	Características Superficiais Aparentes (rugoso, liso, em alto relevo, cromado, pintado, espelhado, texturizado ...)
FE	Produção
FF	Operação (quanto ao modo de abertura, quanto ao fluxo, quanto ao ciclo etc)
FG	Comerciais (tipo de embalagem, tipo de mídia, ...)
FH	Qualificação (certificado, sênior, junior, oficial, ½ oficial...)
FI	Posição (nivelado, aprumado, isolado, suspenso...)
FJ	Quantidade (total, parcial, mínimo, máximo...)
G Unidades	
G1	Geométricas e mecânicas
G2	Elétricas e Magnéticas
G3	Térmicas
G4	Monetárias

Fonte: Amorin e Peixoto (2003)

Neste ANEXO estão mostradas as facetas voltadas aos objetos vinculados à produção do ambiente construído, como os produtos, processos, agentes e documentos, ao lado daquelas que se constituem de informações complementares aos primeiros, ou seja, atributos⁷⁷ destes objetos. De acordo com Amorin e Peixoto (2003), cada faceta se constitui a partir de um conceito, assim como seus agrupamentos, definindo uma hierarquia primária. Porém internamente nos grupos de facetas não há uma relação hierárquica, mas sim partitiva, sendo que no caso dos produtos ela ainda tem como princípio ir do todo, a entidade construída para a parte, o elemento construído.

⁷⁷ Os atributos representam propriedades factuais ou fenomenológicas e intrínsecas ou mútuas que a construção possui tanto em si como em relação com outra coisa, por exemplo, um usuário ou uma estrutura de referência. Os atributos podem ser mensurados por diversas unidades, que compõem um quadro específico complementar a classificação. (AMORIN e PEIXOTO, 2003)

ANEXO 2 - Exemplos de convênios firmados com a CEF, tendo o SINAPI como balizador

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

CAMINHO DA ESCOLA - CAIXA

CARTA DE CRÉDITO CAIXA ESPECIAL - EFPC - FUNCEF/PREVI

CARTA DE CRÉDITO FGTS - INDIVIDUAL

CARTA DE CRÉDITO FGTS - PARCERIA - OPERAÇÕES COLETIVAS

CARTA DE CRÉDITO SBPE - AQUISIÇÃO

CARTA DE CRÉDITO SBPE - CONSTRUÇÃO

CONSTRUCARD FGTS - AQUISIÇÃO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

FGTS - USO DO FGTS NA FASE DE RETORNO (AMORT., LIQ., PRESTAÇÃO) DO FINANCIAMENTO HABITACIONAL

FGTS - UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS DA CONTA VINCULADA NA AQUISIÇÃO DE MORADIA PRÓPRIA

FINANCIAMENTO À PRODUÇÃO DE IMÓVEIS - RECURSOS FGTS E SBPE - PJ

IMÓVEL COMERCIAL - PESSOA JURÍDICA - AQUISIÇÃO - RECURSOS SBPE

IMÓVEL COMERCIAL - PESSOA JURÍDICA - CONSTRUÇÃO - RECURSOS SBPE

IMÓVEL NA PLANTA - RECURSO FGTS

IMÓVEL NA PLANTA - RECURSOS FGTS - PRÓ-COTISTA

IMÓVEL NA PLANTA - RECURSOS SBPE

MONUMENTA IMÓVEIS PRIVADOS - PROGRAMA DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO URBANO

MONUMENTA/BID

OPERAÇÕES SOB GESTÃO DO FNMA

PAR - PROGRAMA DE ARRENDAMENTO RESIDENCIAL

PAR - PROGRAMA DE ARRENDAMENTO RESIDENCIAL - ARRENDAMENTO E AQUISIÇÃO ANTECIPADA

PAT-PROSANEAR

PCI - POUPANÇA DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO - CONTRATAÇÃO

PMAT - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO TRIBUTÁRIA E DA GESTÃO DOS SETORES SOCIAIS BÁSICOS

PNAFE- PROGRAMA NACIONAL DE APOIO A ADM. FISCAL PARA OS ESTADOS

PNAFM PROGRAMA NACIONAL DE APOIO A GESTÃO ADMINISTRATIVA E FISCAL PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

PNAGE - PROGRAMA NACIONAL DE APOIO À MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO DOS ESTADOS E DO DISTRITO FEDERAL

PPI - INTERVENÇÕES EM FAVELAS

PRO COTISTA - FGTS - PROGRAMA ESPECIAL DE CREDITO HABITACIONAL

PRÓ-MOB - PROGRAMA DE INFRA-ESTRUTURA PARA A MOBILIDADE URBANA

PRÓ-MORADIA

PRÓ-MUNICÍPIOS

PRÓ-TRANSPORTE

PROES - PROGRAMA DE APOIO À INFRA-ESTRUTURA ECONÔMICA E SOCIAL

PROG. URB., REG. E INT. ASS. PRECÁRIOS-AÇÃO APOIO À PREV. E ERRADICAÇÃO DE RISCOS EM ASS. PRECÁRIOS

PROGR. URB., REG. E INT. DE ASS. PRECÁRIOS-AÇÃO MELHORIA DAS COND. HABITABILIDADE DE ASS. PRECÁRIOS

PROGR.URB., REG. INT. ASS. PREC.-AÇÃO APOIO A PROJ. REGULARIZAÇÃO FUND. SUST.
 ASS. INF. ÁREA URBANA
 PROGRAMA APOIO À ELABORAÇÃO DE PLANOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL
 - MCIDADES/FNHIS
 PROGRAMA APOIO À ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA - SANEAMENTO
 BÁSICO
PROGRAMA CRÉDITO SOLIDÁRIO - RECURSOS FDS
 PROGRAMA DE CONSTRUÇÃO DE ESTABELECIMENTOS PENAIS
PROGRAMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
PROGRAMA DE INCLUSÃO DIGITAL
 PROGRAMA DE PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA
 DO SUL - AGEVAP
 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO REC HÍDRICOS BACIAS DOS RIOS
 PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ
 PROGRAMA DESPOLUIÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS
 PROGRAMA DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE EROSÃO MARÍTIMA E FLUVIAL
 PROGRAMA FORTALECIMENTO DA GESTÃO URBANA
 PROGRAMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL - AÇÃO APOIO À PROVISÃO
 HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL
PROGRAMA HABITAR BRASIL BID - HBB
 PROGRAMA MOBILIDADE URBANA
 PROGRAMA PRESTAÇÃO DE SERV. DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA HABITAÇÃO DE
 INTERESSE SOCIAL MCIDADES/FNHIS
 PROGRAMA REABILITAÇÃO DE ÁREAS URBANAS CENTRAIS
PROGRAMA RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
 PROGRAMA REVITALIZAÇÃO DE BENS DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO NACIONAL
 PROGRAMA SERVIÇOS URBANOS DE ÁGUA E ESGOTO
PROGRAMAS COM FINALIDADE ESPORTIVA
PROGRAMAS COM FINALIDADE TURÍSTICA
PROGRAMAS DE DEFESA CIVIL
PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO
 PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PROGRAMAS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA
 PROGRAMAS IMPLANTAÇÃO E/OU MODERNIZAÇÃO DE EQUIP. PÚBLICOS DE
 SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL
 PROJETOS DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO SETOR AGROPECUÁRIO
PROPAR
 PSH-FINANCIAMENTO / PROGRAMA DE SUBSÍDIO À HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
 COM FINANCIAMENTO
 PSH-PARCELAMENTO / PROGRAMA DE SUBSÍDIO À HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
 COM PARCELAMENTO
 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
SANEAMENTO PARA TODOS
 SEGUROS IMOBILIÁRIOS - COBERTURA SECURITÁRIA - CRÉDITOS PRÓPRIOS
 SIMBRASIL - SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS DOS MUNICÍPIOS
 BRASILEIROS
 TRANSFERÊNCIA DE DÍVIDA - RECURSOS FGTS/SFH E RECURSOS FAT/SFI
 VENDA DE IMÓVEIS DE PROPRIEDADE DA CAIXA

ANEXO 3 - Organograma da Caixa Econômica Federal – Situando o SINAPI