

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

**METODOLOGIA PARA VALIDAÇÃO DE PROJETOS BASEADA NA ANÁLISE
DE CONSTRUTIBILIDADE**

SABRINA GASSNER RIBEIRO

Niterói
2005

SABRINA GASSNER RIBEIRO

**METODOLOGIA PARA VALIDAÇÃO DE PROJETOS BASEADA NA ANÁLISE
DE CONSTRUTIBILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Engenharia Civil

ORIENTADOR: PROF. SÉRGIO ROBERTO LEUSIN DE AMORIM, D.SC.

**NITERÓI
2005**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF

R484 Ribeiro, Sabrina Gassner.

Metodologia para validação de projetos baseada na análise de construtibilidade / Sabrina Gassner Ribeiro. – Niterói, RJ : [s.n.], 2005.

167 f.

Orientador: Sérgio Roberto Leusin de Amorim.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, 2005.

1. Engenharia civil. 2. Gestão da qualidade. 3. Validade (Qualidade). 4. Avaliação de projetos. I. Título.

CDD 624

SABRINA GASSNER RIBEIRO

**METODOLOGIA PARA VALIDAÇÃO DE PROJETOS BASEADA NA ANÁLISE
DE CONSTRUTIBILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Engenharia Civil

Aprovada em 13 de julho de 2005.

BANCA EXAMINADORA

**PROF. SÉRGIO ROBERTO LEUSIN DE AMORIM, D.SC.
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

**PROF. FRANCISCO FERREIRA CARDOSO, PH.D.
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**PROF. MIGUEL LUIZ RIBEIRO FERREIRA, D.SC.
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

**NITERÓI
2005**

Dedico esta dissertação à minha família, especialmente ao meu marido e a minha mãe que me deram apoio incondicional durante toda esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Sérgio Roberto Leusin, que me orientou, guiou e apoiou de forma tão dedicada, sincera e segura durante estes dois anos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, na figura de seus professores e funcionários.

A todos os colegas com que tive o prazer de conviver durante este período, especialmente Raul, Felipe e Vanessa do grupo NitCon, Eliézer, Marcela e Leonor, amigos companheiros de bolsa e os antigos colegas de curso Régis Lopes e Dino Rodrigues.

Às seis empresas construtoras que acreditaram na minha proposta e contribuíram gentilmente com a pesquisa.

Ao Sinduscon que me recebeu tão amigavelmente nas reuniões da COMAT.

À CAPES, responsável pela bolsa de mestrado.

Ao meu marido Frank, que suportou a minha ausência.

À minha mãe Veronika, que me acolheu novamente em casa, apoiando-me com muita paciência em todos sentidos e ao meu pai Paulo, que me transmitiu o amor aos estudos.

À Deus, Pai Amado e ao Mestre Amigo Jesus, fontes de inspiração e conforto.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA E OS SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE.....	18
1.2 A VALIDAÇÃO DE PROJETOS E A CONSTRUTIBILIDADE.....	20
1.3 JUSTIFICATIVA.....	21
1.4 RELEVÂNCIA.....	23
1.5 OBJETIVO.....	24
1.6 METODOLOGIA – ESTRATÉGIA DE AÇÃO	25
1.6.1 Pesquisa bibliográfica.....	25
1.6.2 Pesquisa de campo	26
1.6.3 Elaboração de diretrizes para um procedimento de avaliação da construtibilidade do projeto aplicada no processo de validação de projetos	27
1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	29
2 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MECANISMOS DE CONTROLE DA QUALIDADE DO PROJETO.....	30
2.1 QUALIDADE.....	30
2.1.1 Controle de qualidade.....	32
2.1.2 Garantia da qualidade	33
2.2 A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	34
2.2.1 Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H (PBQP-H, 2004)	35
2.2.2 Projeto e qualidade.....	37
2.2.3 Plano da Qualidade do Empreendimento (PQE).....	44
2.3 PROCESSO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO PROJETO.....	46

2.3.1 Validação de projetos – controle da qualidade por parte da empresa de projetos.....	47
2.3.2 Inspeção na aquisição (verificação do produto adquirido – controle da qualidade por parte da construtora / incorporadora.....	50
3 CONSTRUTIBILIDADE.....	52
3.1 O CONCEITO DE CONSTRUTIBILIDADE.....	52
3.2 DIRETRIZES DA CONSTRUTIBILIDADE.....	56
3.3 ANÁLISE OU REVISÃO DE CONSTRUTIBILIDADE.....	58
3.3.1 Análise de construtibilidade X exigência dos órgãos públicos americanos.....	61
3.4 PROGRAMA DE CONSTRUTIBILIDADE.....	62
3.5 FATORES QUE INFLUENCIAM A CONSTRUTIBILIDADE.....	63
4 CLASSIFICAÇÃO E ORDENAÇÃO DOS FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE.....	69
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE.....	70
4.1.1 Metodologia IDEF0 e classificação da informação da construção.....	70
4.1.2 Classificação dos fatores da construtibilidade baseada na metodologia IDEF0.....	73
4.2 ORDENAÇÃO DOS FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE.....	78
4.2.1 Ordenação dos fatores da construtibilidade baseada no Diagrama de Causa e Efeito (DCE)ou de Ishikawa.....	78
4.3 CORRELAÇÕES ENTRE OS FATORES E AS RELAÇÕES DE CAUSALIDADE.....	82
4.3.1 Relações de causalidade.....	82
4.3.2 Matriz correlacional.....	84
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 4.....	86
5 PESQUISA DE CAMPO EXPLORATÓRIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	87
5.1 DELIMITAÇÃO DA AMOSTRA.....	88
5.2 QUESTIONÁRIO PARA A COLETA DE DADOS.....	89
5.2.1 Primeira etapa do questionário.....	89
5.2.2 Segunda etapa do questionário.....	90
5.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	92
5.3.1 Questionário Piloto.....	92
5.3.2 Aplicação do questionário reformulado.....	93
5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	96

5.4.1 Resultados da 1º parte do questionário.....	96
5.4.2 Resultados da 2º parte do questionário.....	100
5.5 APLICAÇÃO EM MODELO DE DINÂMICA DOS SISTEMAS.....	103
5.5.1 Diagrama de enlace causal.....	103
5.6 PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS.....	105
5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 5.....	108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	110
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
8 APÊNDICES.....	123
8.1 APÊNDICE I – DIRETRIZES PARA UM PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS.....	124
8.2 APÊNDICE II – PRIMEIRO QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO	130
8.3 APÊNDICE III – SEGUNDO QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO	152
8.4 APÊNDICE IV – RESULTADOS DA PRIMEIRA PARTE DO QUESTIONÁRIO	161
8.4 APÊNDICE V – RESULTADOS DA PRIMEIRA PARTE DO QUESTIONÁRIO	163

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1: Fluxograma da pesquisa	28
Figura 2. 1: Escopo do Plano da Qualidade do Empreendimento	45
Figura 2. 2: O processo de projeto segundo a ótica da gestão da qualidade: interface projetista X construtora / incorporadora.....	47
Figura 3. 1: Capacidade de influenciar o custo final do empreendimento.	54
Figura 3. 2: Relação de implementação da análise de construtibilidade	59
Figura 4. 1: Representação gráfica da metodologia IDEF0	70
Figura 4. 2: Esquema de processo	72
Figura 4. 3: Diagrama de causa e efeito 4M.....	79
Figura 4. 4: Diagrama de causa e efeito 4P	79
Figura 4. 5: Diagrama de causa e efeito baseado na abordagem de processo.....	80
Figura 4. 6: Desdobramento do diagrama de causa e efeito	81
Figura 4. 7: Relação de causalidade no mesmo sentido (a rentabilidade aumenta juntamente com a satisfação do usuário)	83
Figura 4. 8: Relação de causalidade no mesmo sentido (a rentabilidade diminui juntamente com a satisfação do usuário)	83
Figura 4. 9: Relação de causalidade em sentidos opostos (a rentabilidade diminui na medida em que o consumo de energia aumenta)	84
Figura 4. 10: Relação de causalidade em sentidos opostos (a rentabilidade aumenta na medida em que o consumo de energia diminui).....	84
Figura 5. 1: Diagrama de Enlace Causal - fatores contidos em Restrições.....	104
Figura 5. 2: Fluxograma para avaliação dos fatores.....	106
Figura 5. 3: extraído da figura 5.2.....	107
Figura 5. 4: extraído da figura 5.2.....	107

Figura 5. 5: extraído da figura 5.2..... 107

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5. 1: Média dos graus de importância por empresa – ENTRADAS.....	96
Gráfico 5. 2: Média dos graus de importância por tipo de restrição e por empresa – RESTRIÇÕES	97
Gráfico 5. 3: Média das RESTRIÇÕES	98
Gráfico 5. 4: Média dos graus de importância por empresa - AGENTES E MEIOS .	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 2. 1: Interfaces da qualidade projetual.....	41
Quadro 2.2: Requisitos e Validação	49
Quadro 3. 1: Diretrizes da construtibilidade.....	58
Quadro 4. 1: Classificação dos fatores da construtibilidade listados pelo CMC (1991)	74
Quadro 4. 2: Classificação final dos fatores que afetam a construtibilidade.....	76
Quadro 4. 3: Desdobramento do item II.4.3.....	77
Quadro 4. 4: Desdobramento do item II.4.7.....	77
Quadro 4. 5: Matriz correlacional.....	85
Quadro 4. 6: Graduação das relações de causalidade.....	86
Quadro 5. 1: Parâmetros para avaliação de correlação entre fatores – ENTRADAS	90
Quadro 5. 2: Parâmetros para avaliação de correlação entre fatores – RESTRIÇÕES	91
Quadro 5. 3: Parâmetros para avaliação de correlação entre fatores - AGENTES e MEIOS.....	91
Quadro 5. 4: Conversão para as respostas do questionário.....	92
Quadro 5. 5: Caracterização das empresas	94
Quadro 5. 6: Correlações com resultados heterogêneos.	101
Quadro 5. 7: Matriz correlacional com os respectivos dados. Fonte: da autora.	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO	Avaliação Pós-Ocupação
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Projeto Assistido por Computador
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CDCON	Projeto CDCON: Terminologia e codificação para construção
CEF	Caixa Econômica Federal
CII	<i>Construction Industry Institute</i> (Instituto da Indústria da Construção)
CMC	<i>Construction Management Committee</i> (Comitê de Gerenciamento da Construção)
COMAT	Comissão de Materiais Tecnologia Produtividade e Qualidade (Sinduscon-Rio)
COMUT	Programa de comutação bibliográfica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA-RJ	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio de Janeiro
DCE	Diagrama de Causa e Efeito
EFQM	<i>European Foundation for Quality Management</i> (Fundação Europeia para a Gestão da Qualidade)
ENTAC	Encontro Nacional do Ambiente Construído
IDEF	<i>Integration Definition for Function Modeling</i> (Definição Integrada)

	para Modelagem de Funções)
ISO	<i>International Organisation Standardisation</i> (Organização Internacional para Normatização)
ISO/TR	<i>International Organisation Standardisation - Technical Report</i> (Relatório Técnico)
ISO-PAS	<i>International Organisation Standardisation - Publicly Available Specification</i> (publicação aberta)
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
OCC	Organismos de Certificação Credenciados
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PIB	Produto Interno Bruto
PIJ	Padrões Industriais Japoneses
PQ	Plano da Qualidade
PQE	Plano da Qualidade do Empreendimento
PQO	Plano da Qualidade da Obra
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
QUALIOP	Programa de Qualidade das Obras Públicas do Governo do Estado da Bahia
SCR	<i>Selective Catalyst Reductor</i> (Redutor Catalítico Seletivo)
SDEP	<i>System Dynamics in Education Project</i> (Dinâmica dos Sistemas no Ensino de Projetos)
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
SIBRAGEC	Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção
Sinduscon-Rio	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Rio de Janeiro
SiQ-C	Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras

SMAC	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
TI	Tecnologia da Informação
TQM	<i>Total Quality Management</i> (Gerenciamento da Qualidade Total)
WisDOT	<i>Wisconsin Department of Transportation</i> (Departamento de Transporte de Wisconsin)

RESUMO

Este trabalho propõe-se a apresentar uma proposta de metodologia avaliação da construtibilidade de edificações com o intuito de contribuir para o processo de *validação de projetos*, item 7.3.6 da norma ISO 9001:2000. Foi realizada uma pesquisa teórica sobre os temas: sistemas de gestão da qualidade, limitado ao universo da construção de edificações no Brasil, e sobre o conceito de construtibilidade do *Construction Industry Institute* (CII), utilizado nos Estados Unidos. Posteriormente foi realizada uma pesquisa de campo com seis empresas construtoras do setor de edificações do Grande Rio certificadas tanto pela NBR ISO 9001:2000 quanto pelo PBQP-H, para que fossem levantados dados sobre os fatores que afetam a qualidade da solução construtiva da edificação. Por meio desta pesquisa permitiu-se adaptar os fatores que afetam a construtibilidade à realidade do universo pesquisado. Com isso, foi possível a proposição de uma metodologia de avaliação da construtibilidade que pudesse ser aplicada na validação de projetos e que fosse coerente com o setor. Por fim, foi feita uma análise crítica da metodologia proposta, visto que a sua validação não foi realizada devido às restrições da pesquisa. Espera-se que com os resultados desta pesquisa seja possível não só contribuir para a melhoria do gerenciamento nas edificações, mas também ampliar o conceito de validação de projetos, ainda tão pouco esclarecido e compreendido nos processos de gestão da qualidade.

ABSTRACT

The present work intends to present a proposal to a methodology of building constructability valuation with a purpose to contribute to the process of validation of projects, item 7.3.6 of the ISO 9001:2000 standard. A theoretical research on quality management systems, limited to the universe of construction of buildings in Brazil, and on the Construction Industry Institute (CII) concept of constructability, used in the United States, was carried out. Subsequently, six construction companies from the building sector of Grande Rio that are certificated by both NBR ISO 9001:2000 and PBPQ-H were studied in order to obtain data about the factors that act upon the quality of the building constructive solution. Through this research, it was possible to adapt the factors that affect the constructability to the reality of the studied universe. In this way, the proposition of a methodology of constructability valuation that could be put into practice in a process of validation of projects and be coherent was accomplished. Finally, a critical analysis of the proposed methodology was done, since its validation was not fulfilled because of the restrictions of the research itself. It is expected that, with the results of this research, it will be possible not only to contribute for the building management improvement, but also to broaden the concept of validation of projects, which is still hardly explained and understood in the processes of quality management.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA E OS SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE

A crescente modernização e o aumento da competitividade do setor da construção civil vêm impulsionando a busca por modelos de gestão que visam propiciar um diferencial dentro do mercado. Neste contexto surgem os movimentos pela Qualidade Total, na qual se busca eficiência no processo produtivo e empresarial objetivando a redução de custos, a satisfação dos clientes e o aumento da competitividade (SOUZA, 1995).

No cenário da construção civil brasileira, este movimento contribuiu para a busca pela implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), tanto através da certificação pela ISO 9000:2000, quanto pela adesão aos programas setoriais contidos no PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat).

A crescente demanda pela certificação das empresas do setor da construção civil justifica-se principalmente pela exigência por parte dos agentes financiadores e dos contratantes. Do lado dos agentes financiadores, a Caixa Econômica Federal (CEF), visando não somente incentivar a melhoria da qualidade e produtividade do setor (CEF, 2005) como reduzir os seus riscos de investimento na concessão de crédito, passou a exigir a certificação como parte da qualificação da empresa requerente. Os contratantes, utilizando seu poder de compra, exigem a adesão aos programas de qualidade como requisito de qualificação técnica (PBQP-H, 2004).

Este tipo de exigência se dá tanto no âmbito estadual quanto no municipal¹. No âmbito estadual existem 20 estados que aderiram ao programa e que estão avançando no processo das assinaturas dos acordos setoriais entre os poderes público e privado (PBQP-H, 2005).

Embora o processo de certificação das empresas construtoras apresente-se mais difundido, através do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ-Construtoras)², o setor de projetos (arquitetura e engenharia) encontra-se em uma situação inversa. Não há um efetivo programa de certificação no âmbito do PBQP-H e, apenas poucos estados brasileiros³ realizaram seus Planos Setoriais de Qualidade (PSQ)⁴ no setor de projetos. Como consequência, a forma mais usual de certificação é pela ISO 9001:2000 (ANDERY, 2004). Entretanto, pelo fato de possuir caráter genérico, a aplicação da norma acabou trazendo dificuldades e questionamentos em relação a sua interpretação e aplicação (CORDEIRO, 2004).

Por outro lado, de acordo com pesquisa realizada na cidade de Belo Horizonte, MG, existe uma crescente busca pela implantação de sistemas de gestão da qualidade por parte das empresas de projeto. Isso se deve, segundo Andery (2004) às expectativas de melhoria gerencial nos processos internos de gestão e de projeto em si e, na possibilidade de obter-se um diferencial no mercado.

A participação dos representantes do setor na presente discussão traz contribuições para a melhoria dos programas de qualidade. A participação das empresas do setor no Rio de Janeiro se faz pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Rio de Janeiro (Sinduscon-Rio) por intermédio da Comissão de Materiais Tecnologia Produtividade e Qualidade (COMAT). Um de seus objetivos é propor projetos e ações para o Clube da Qualidade⁵, além de “manter intercâmbio com instituições de ensino, órgãos públicos e entidades de pesquisa visando à atualização dos profissionais” (SINDUSCON-RIO, 2005).

¹ No Rio Grande do Sul, o município de Caxias do Sul já aderiu ao PBQP-H e, recentemente a Prefeitura de Porto Alegre assinou o termo de adesão ao programa, (PBQP-H, 2004).

² Relativo ao aumento da adesão de construtoras ao PBQP-H ver:

<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/qualidade_servicos.htm>.

³ Os estados de São Paulo, Bahia e Pará possuem programas setoriais de qualidade no setor de projetos, que estão, respectivamente inseridos no QUALIHAB (Programa de Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo), QUALIOP (Programa de Qualidade das Obras Públicas da Bahia) e PARA OBRAS.

⁴ Os PSQ's serão abordados no capítulo 2.

⁵ Clube da Qualidade na Construção: “é um modelo de associação entre empresas e instituições de pesquisa, apoiado pelos seus organizadores, que visa a desenvolver ações e projetos para a melhoria da Qualidade e da Produtividade na Construção Civil”, criado em 1996 pelo Sinduscon-Rio e SENAI-RJ. (SINDUSCON-RIO, 2005).

1.2 A VALIDAÇÃO DE PROJETOS E A CONSTRUTIBILIDADE

Dentro do contexto do Sistema de Gestão da Qualidade das empresas do setor da construção civil, a validação de projeto, item 7.3.6 da norma ISO 9001:2000, possui caráter de controle devido ao fato de ser o processo que irá assegurar o atendimento aos requisitos do cliente. Segundo a NBR ISO 9001:2000, a validação deve “(...) assegurar que o produto resultante seja capaz de atender aos requisitos para aplicação especificada ou uso intencional onde conhecido”. Ressaltando que este processo deva ser realizado antes da entrega ou implementação do produto e estar contido no plano do projeto.

O processo de validação está também associado à garantia da qualidade, pois consiste na revisão das atividades relacionadas a esta de modo a garantir a conformidade com os requisitos (JURAN, 1992). Deve-se ressaltar que estes requisitos ou necessidades estejam relacionados sobretudo, a todos os clientes do processo, internos e externos (JOBIM, 1999).

A fim de fundamentar a presente pesquisa com as percepções e experiências do setor da construção civil relativas aos SGQ, especialmente à validação de projetos, a autora freqüentou as reuniões da COMAT no período de dezembro de 2004 à março de 2005. Durante este processo, foi percebido que este item da norma apresenta dificuldades no seu atendimento e entendimento tanto por parte das empresas (construtoras) quanto pelos próprios auditores dos Organismos de Certificação Credenciados (OCCs), ocasionando incoerências na avaliação de atendimento ao item.

Como a validação possui a característica da antecipar as soluções, outra problemática que pode ser associada a ela é a própria falta de integração entre o processo de projeto e a execução ou construção. Existem deficiências na concepção de detalhes que não consideram a solução construtiva, assim como o não-uso de projetos para produção; além de falhas na especificação que prejudicam o processo de aquisição dentro da obra (SILVEIRA et al., 2002). Este fato acaba por levar ao prejuízo a cadeia produtiva, interferindo no processo de melhoria da qualidade do setor (GRILLO et al., 2003; ROMANO et al., 2001; SILVEIRA et al., 2002).

Por outro lado, nos Estados Unidos e na Inglaterra, a integração entre projeto-obra foi em parte solucionado com a implementação de programas de construtibilidade. O conceito de construtibilidade (*constructability* – Estados Unidos;

buildability – Inglaterra) surge em contrapartida à problemática da relação projeto-obra, pois preconiza a integração dos conhecimentos e experiências da construção com o projeto desde as suas fases iniciais. Um de seus objetivos é reconhecer os impactos que as decisões de projeto podem causar na construção (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 1987).

O seu caráter de antecipação confere à fase de projeto a responsabilidade de considerar os conhecimentos relativos à fase da construção, questões relativas à contratação e aquisição. A análise de construtibilidade é incluída no processo de projeto e busca verificar se este está de acordo com o planejamento. Desvios são corrigidos e dados retro-alimentados no sistema. Quando se atinge a fase de construção, as situações críticas, dentro das possibilidades, já foram detectadas, possibilitando tomada de ações preventivas. Desta forma torna-se possível reduzir os riscos do empreendimento.

Dentro dos modelos de processo de projeto, a análise de construtibilidade insere-se no plano de qualidade do empreendimento, de acordo com a ISO 9001:2000; ou no planejamento do empreendimento que, de acordo com a proposta de Silva & Souza (2003) fornece entradas para a estratégia do produto, viabilidade técnica, planejamento de atividades, desenvolvimento do projeto, estratégias de produção, tipologia, entre outros.

Verifica-se a necessidade de um método específico para a validação de projetos. Dada as suas características de comprovação do atendimento aos requisitos dos clientes, aliadas a capacidade de antecipar os resultados, a análise de construtibilidade apresenta adequação e coerência com este processo.

Esta dissertação faz parte dos trabalhos desenvolvidos no Grupo de Pesquisa NitCon que propõe-se a desenvolver estudos na aplicação de novas tecnologias de informação no setor de AEC Arquitetura, Engenharia e Construção.

1.3 JUSTIFICATIVA

A validação de projeto (item 7.3.6 da ISO 9001:2000) se torna um instrumento importante para se atingir a qualidade do projeto e, conseqüentemente, da cadeia produtiva, pois será através dela que se assegurará que o projeto atenderá aos requisitos do cliente (ABNT, 2000).

A necessidade de modelar uma ferramenta para a validação de projeto parte da premissa de que não existe consenso sobre sua aplicação prática, o que leva às empresas buscarem metodologias próprias que muitas vezes não consideram os fatores que venham a abranger todos os aspectos do projeto e da construção (AMORIM, 2004).

Trabalhos estudados não apontaram procedimentos específicos. Há relatos de práticas de validação referentes à avaliação pós-ocupação - APO (CAZET *et al.*, 2002) o que vem a invalidar parcialmente o processo, pois este não é realizado antes da entrega do projeto à construção. Neste caso, a APO, funcionaria como formador de banco de dados dos requisitos dos clientes para projetos futuros. Outra constatação realizada foi baseada no trabalho de Jobim (1999), que ressalta a importância do processo, entretanto, não propondo procedimentos específicos para a sua realização.

No SiAC, a validação de projetos consiste na conclusão do processo de análise crítica deste. Quando o projeto é realizado por terceiros, o item pertinente ao controle da qualidade do projeto é o 7.3.8 – Análise Crítica do Projeto Fornecido, contudo, esta análise crítica não possui metodologia ou prática consolidada.

Esta escassez de trabalhos específicos, aliada à falta de consenso sobre a sua aplicação motivou a busca pelo desvendamento sobre o que seja e como poderia ser feita a validação de projetos. Portanto, o presente trabalho poderá contribuir para a gestão da qualidade no setor da construção civil incentivado pela demanda de uma metodologia que trate a validação de projetos de forma sistematizada. Esta contribuição virá através de:

- A caracterização de uma relação de fatores que afetam a solução construtiva do empreendimento (construtibilidade) baseada no conhecimento e na experiência das empresas do setor da construção civil no estado do Rio de Janeiro que possuem SGQ;
- O desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de projetos que seja aplicável tanto na validação quanto na inspeção na aquisição de projetos, que considere as inter-relações e os pesos destes fatores.

1.4 RELEVÂNCIA

A análise de construtibilidade tem-se mostrado eficaz em diversas abordagens pesquisadas por diversos autores em artigos internacionais. Pepper (1994) identificou redução de atrasos e custos em diversos contratos que sofreram a análise. Chasey *et al.* (2000) citam que sua aplicação eficaz pode reduzir de 10 a 20 vezes os custos de implementação do empreendimento e, assim, reduzir os riscos de investimentos. Por outro lado, existem poucas evidências sobre o assunto no Brasil. Os aspectos abordados pelos autores nacionais⁶ não apresentaram enfoque específico no assunto, o que não possibilitou o seu aproveitamento nos estudos realizados para esta pesquisa.

Embora os estudos citados tenham apontado o uso da construtibilidade para a melhoria global da cadeia produtiva, principalmente no que diz respeito aos custos, prazos e riscos, são as demandas governamentais americanas, figuradas pelos estados⁷ que têm exigido como parte de documentação de projeto a análise de construtibilidade.

Pesquisa realizada pelo Departamento de Transporte do estado de Wisconsin (CTC & ASSOCIATES LLC; WisDOT RD&T PROGRAM, 2003) procurou identificar o quanto a análise de construtibilidade é usada pelos departamentos de transporte de outros Estados americanos. Os resultados encontrados apontaram que mais de uma dezena de Estados adotaram a análise e que este número está aumentando, sendo que na sua maioria trata-se de um processo formal. Também verificou-se que seus resultados têm atendido às expectativas quanto às reduções de custo e prazo. Quanto ao processo, alguns Estados o fazem internamente, ao passo que outros já estão contratando empresas para auxiliar na análise.

Devido ao fato da problemática da validação de projetos estar associada à falta de integração entre o projeto e a execução, a análise de construtibilidade demonstrou ser uma ferramenta coerente a esta problemática, pois busca preconizar esta integração.

⁶ ZANFELICE (1996), BRANDÃO e HEINECK (1998), RODRIGUEZ e HEINECK (2002)

⁷ Este assunto será abordado no Capítulo 3.

1.5 OBJETIVO

O objetivo desta dissertação é o desenvolvimento de uma metodologia avaliação da construtibilidade de edificações com vistas de contribuir para o processo de validação de projetos de edificações, correspondente ao item 7.3.6 da ISO 9001:2000. Esta pesquisa está restrita ao mercado imobiliário do estado do Rio de Janeiro por motivos de limitação de tempo e recursos.

Para que este objetivo seja alcançado será necessário desmembrá-lo em objetivos específicos:

- Determinar quais são os fatores que afetam a construtibilidade de acordo com a realidade da construção civil de edificações no estado do Rio de Janeiro;
- Realizar pesquisa de campo para averiguar como as empresas do setor percebem estes fatores, tanto pelos graus de importância, quanto pelas correlações existentes entre eles, e;
- Sugerir diretrizes para um procedimento que atenda a este item.

Cabe ressaltar que esta avaliação será feita do ponto de vista do construtor e não do usuário final. Isto traz à tona a questão do produto, pois não se deve perder de vista em todo o processo que a qualidade deve ser do produto, e não somente do processo, onde a satisfação do cliente é tida como meta da qualidade (JURAN, 1992). Outro destaque deve-se dar aos requisitos mandatórios, ou seja, aqueles que devem ser atendidos. Estes requisitos são: legislação, requisitos do usuário, do proprietário. Logo é importante não perder o foco que deve ser feito da melhor maneira a coisa certa.

As hipóteses consideradas para se atingir o objetivo da pesquisa são:

- A dificuldade em validar projetos está associada à falta de integração entre o projeto e a execução, ou seja, a fase do projeto não considera os efeitos que estas soluções causam na construção.
- A dificuldade em validar projetos está na dificuldade em se estabelecer corretamente os requisitos dos clientes (internos e externos), pois quanto mais bem definidas as restrições de projeto, mais fácil torna-se chegar a uma solução de projeto.

1.6 METODOLOGIA – ESTRATÉGIA DE AÇÃO

Esta pesquisa trata de um desenvolvimento teórico que visa elaborar uma metodologia para avaliação de projetos baseada na análise de construtibilidade. Segundo Barros (1986), a metodologia não busca as soluções, mas “escolhe as maneiras de encontrá-las” e esta, ainda segundo o autor, “corresponde a um conjunto de procedimentos utilizados por uma técnica, ou disciplina, e sua teoria geral”. Logo, esta metodologia não pretende elaborar um modelo, mas sim diretrizes para procedimentos que possam vir a serem aplicados.

Para o desenvolvimento deste trabalho, a sua estrutura foi dividida em três partes: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e proposta de procedimentos.

1.6.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica, que objetiva obter conhecimentos sobre o assunto e auxiliar na formulação e determinação do problema a ser estudado (BARROS, 1986), neste trabalho foi subdividida em duas. A primeira estuda o objeto de estudo da pesquisa: a Validação de Projetos, dentro do contexto da qualidade da construção civil, onde é situado o tema, levantada a problemática perante o setor da construção civil e embasada a dissertação. A segunda parte estuda o assunto Construtibilidade. Seu objetivo é trazer o conhecimento teórico deste tema a fim de dar suporte ao desenvolvimento da metodologia, pois esta lhe servirá de ferramenta.

A pesquisa bibliográfica do tema Validação de Projetos foi iniciada com o embasamento do tema dado pelos conceitos de qualidade e de seus termos correlatos. As fontes utilizadas nesta etapa foram obras consagradas do tema, sendo esta delimitada ao período das décadas de 80 e 90, onde o conceito de qualidade abordado é o utilizado atualmente. As bases de pesquisa utilizadas foram: as bibliotecas da Universidade Federal Fluminense e biblioteca particular do Prof. Sérgio Leusin.

Numa segunda etapa, foram buscadas bibliografias que situassem o tema qualidade no setor da construção civil. Para isso foram estudados textos e artigos publicados em congressos e periódicos nacionais tais como Ambiente Construído (periódico), ENTAC (Encontro Nacional do Ambiente Construído), SIBRAGEC

(Simpósio Brasileiro de Gestão da Economia da Construção), Workshop de Gestão do Processo de Projetos e as bases de dados do INFOHAB, utilizando como palavra-chave *validação de projetos*. Optou-se por estudar trabalhos nacionais, especialmente os que relatavam estudos de caso, com o objetivo de se traçar um panorama do tema dentro do universo a ser estudado.

Para o estudo da construtibilidade, primeiramente foram buscadas as publicações de base do *Construction Industry Institute* (CII), entidade esta que iniciou os primeiros estudos do tema, por meio da biblioteca da Petrobrás (membro do CII). O objetivo era apresentar seus conceitos básicos e seus termos.

Posteriormente foi realizada uma pesquisa por artigos que relatassem estudos de caso. Nesta etapa, com a palavra-chave *constructability* e *buildability*, foram amplamente pesquisadas as bases de banco de dados CAPES, SCIENCE DIRECT e COMPENDEX, os sítios de busca na Internet (*Google* e *Yahoo*) e nas universidades americana (Texas-Austin) e canadense (Universidade de Toronto) para os artigos internacionais. Nestas bases, os artigos eram selecionados pelos *abstracts* e, quando não estavam disponíveis na sua íntegra, eram buscados e solicitados nas bibliotecas universitárias brasileiras pelo sistema de comutação entre bibliotecas – COMUT. Devido ao fato de haver pouca bibliografia do assunto Construtibilidade no Brasil, a opção foi por estudar exclusivamente publicações internacionais. Esta pesquisa não foi delimitada por tempo, mas sim por saturação do tema, onde as referências estudadas não apresentaram quaisquer contribuições para o estudo (EISENHARDT, 1999 apud MORANO, 2003)⁸.

1.6.2 Pesquisa de campo

A pesquisa de campo objetivou buscar evidências sobre o grau de importância que é atribuído aos fatores que afetam a qualidade da solução construtiva (construtibilidade) e como estes interagem ou correlacionam entre si de acordo com os preceitos da dinâmica dos sistemas. Para avaliar estas interações e correlações dentro do processo de projeto, os dados coletados alimentarão um modelo de análise dinâmica. A intenção destes passos é sugerir diretrizes para um

⁸ EISENHARDT, K. Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*. V. 14, n. 4, p. 532-550. 1999.

procedimento de avaliação de projetos baseado nos preceitos da construtibilidade que possa ser utilizado no processo de validação de projetos.

Quanto à metodologia para a pesquisa de campo em si, Barros (1986) afirma que esta objetiva coletar os dados no local, onde o pesquisador entra em contato direto com o objeto de estudo. Para tal, de acordo com o autor, o pesquisador utiliza-se de questionários ou entrevistas. Cabe ressaltar que este tipo de pesquisa requer uma estratégia de ação previamente estabelecida a fim de não perder o foco de estudo. A amostra utilizada neste tipo de estudo é intencional e não representativa, e de acordo com Barros (1986) não reflete a realidade de uma população. Neste trabalho, optou-se por escolher empresas do setor da construção civil de empreendimentos imobiliários da região metropolitana do Rio de Janeiro (Grande Rio), devido à proximidade para a pesquisa e à escassez de recursos. Delimitou-se buscar as adesões em reuniões da COMAT do Sinduscon-Rio, pela homogeneidade da amostra, sua proximidade e facilidade de contato. Todas as empresas pesquisadas (6 empresas) atuam na construção de empreendimentos imobiliários do Grande Rio e possuem certificação do seu SGQ (NBR ISO 9001:2000 ou PBQP-H).

1.6.3 Elaboração de diretrizes para um procedimento de avaliação da construtibilidade do projeto aplicada no processo de validação de projetos

A elaboração de diretrizes para procedimentos de avaliação da construtibilidade do projeto constitui na metodologia que se propõe a contribuir para a validação de projetos. Os dados da pesquisa de campo serão utilizados com o objetivo de dar suporte ao seu desenvolvimento. Estas diretrizes estão contidas nos apêndices assim como os questionários que foram aplicados e os seus resultados.

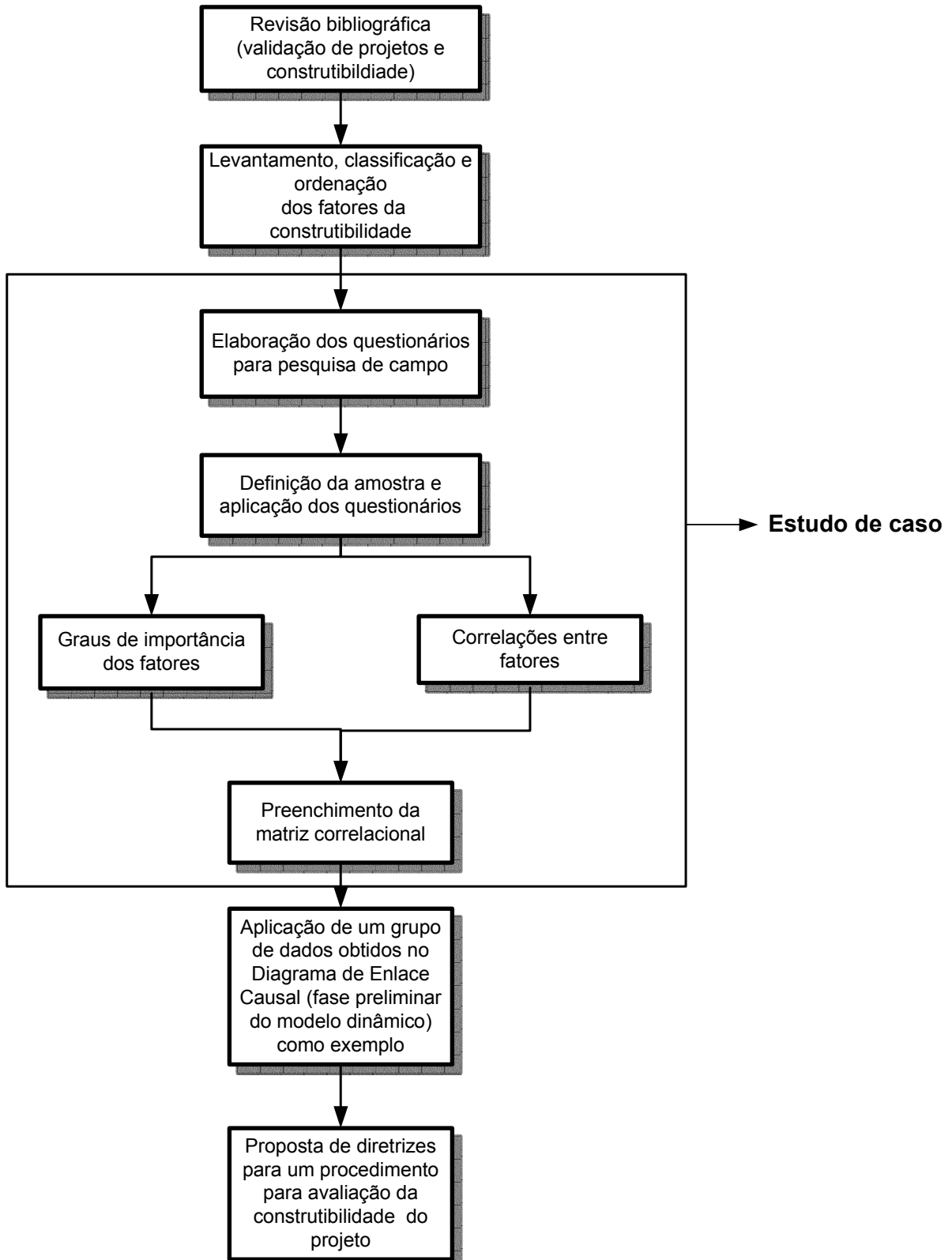


Figura 1. 1: Fluxograma da pesquisa
Fonte: da autora

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi dividida em 6 capítulos, onde:

Capítulo 1, o tema e apresentado, com respectivas justificativas, relevância e objetivo. As hipóteses da pesquisa são levantadas e a metodologia descrita.

Capítulo 2, primeiro capítulo da revisão bibliográfica na qual é apresentado o tema Qualidade na Construção Civil onde são contextualizados os cenários de qualidade encontrados no setor atualmente além de apresentar o objeto da pesquisa, Validação de Projetos, como mecanismo de controle de qualidade.

Capítulo 3, trata da Construtibilidade, teoria que servirá de ferramenta para o desenvolvimento da metodologia. São abordadas publicações internacionais que descrevem os seus preceitos, suas aplicações e seus resultados. São levantados, principalmente, os fatores da construtibilidade que servirão de base para a metodologia em questão.

Capítulo 4, corresponde ao tratamento dos fatores da construtibilidade que são adaptados à realidade do setor da construção civil local. Os fatores são classificados de acordo com a gestão de processos e ordenados com o uso de ferramentas da qualidade (Diagrama de Causa e Efeito). É elaborada a matriz correlacional baseada nas relações de causalidade seguindo a teoria da dinâmica dos sistemas. Os produtos gerados constituirão parte dos procedimentos da metodologia e farão parte do questionário a ser aplicado nas empresas.

Capítulo 5: descreve a pesquisa de campo, apresenta e analisa os resultados encontrados e gera o produto Modelo de Análise Dinâmica. O capítulo é concluído com a compilação dos passos da metodologia que virão a compor as diretrizes para os procedimentos de avaliação da construtibilidade de projetos.

Capítulo 6: este capítulo apresenta as considerações finais, relacionado o que foi realizado na dissertação, seus sucessos e falhas. São também apresentadas sugestões para trabalhos futuros baseados nas lacunas deixadas no trabalho e na evolução natural da pesquisa.

Anexos: contém os procedimentos da metodologia de avaliação da construtibilidade de projetos, os questionários aplicados na pesquisa de campo e os dados coletados por entrevista.

2 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MECANISMOS DE CONTROLE DA QUALIDADE DO PROJETO

Este capítulo pretende abordar o conceito de qualidade voltado para a construção civil e os mecanismos de controle da qualidade do projeto relacionados com a NBR ISO 9001:2000. Para isso, é necessário delimitar alguns conceitos fundamentais que serão utilizados no seu decorrer.

Primeiramente são definidos os conceitos relacionados à qualidade que estão diretamente ligados ao objeto do estudo objetivando delimitar os termos utilizados. Posteriormente, partindo da visão geral para a específica, é abordado o quadro da qualidade no setor da construção civil, no empreendimento e no projeto.

Por fim, são relacionados os processos de controle de qualidade do projeto que são objetos deste estudo: a validação e a inspeção⁹.

2.1 QUALIDADE

A importância da utilização do conceito de qualidade e controle dentro do setor industrial surgiu na Segunda Guerra Mundial, impulsionado pela indústria bélica que tinha a necessidade de produzir produtos complexos (armamentos) com qualidade, mais baratos e em grande quantidade. Na construção civil, isto ocorreu no pós-guerra, quando a necessidade de construir e reparar grande parte das construções impulsionou o crescimento dentro do setor e, conseqüentemente, a preocupação com a sua qualidade (MENEZES, 2003).

⁹ Este termo será definido e relacionado com o item da norma ISO 9001:2000 no decorrer deste capítulo.

O conceito de qualidade é abrangente e pode ser definido sob diversos enfoques. Porém, para não desviar do objetivo do trabalho e permanecer mais próximo da realidade deste estudo, os conceitos analisados são os de publicações recentes (década de 80, 90 e 2000).

Feigenbaum¹⁰ (1991, apud ALVES 2001) apresenta para qualidade um enfoque de marketing, baseado no usuário, onde as suas expectativas servem de diretrizes para a definição do conjunto de características do produto ou serviço.

Juran (1992) apresenta duas abordagens para o termo:

- Característica do produto: focada no ponto de vista do cliente, na qual “quanto melhores as características do produto, mais alta a sua qualidade” (JURAN, 1992). O autor afirma que esta abordagem está relacionada com a satisfação dos clientes e que, dentro da empresa, afeta à comercialização do produto.
- Ausência de deficiências: “quanto menos deficiências, melhor a qualidade” (JURAN, 1992). Embora esta seja a percepção do cliente, sua abordagem afeta a empresa em seu processo de produção. As características mais evidentes são a redução de erros e do retrabalho, o que permite aumentar a eficiência do processo. Esta abordagem afeta diretamente os custos da produção.

De uma maneira geral, a definição que Juran atribui ao termo qualidade é “adequação ao uso”.

A NBR ISO 9000:2000¹¹ (ABNT, 2000) define qualidade como “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”. Pode-se notar que esta definição aproxima-se com a de Crosby (1990) que a define como conformidade aos requisitos, onde o enfoque é baseado na produção.

Como este trabalho tratará de processos da NBR ISO 9001:2000, optou-se por utilizar o conceito de qualidade atribuído pela NBR ISO 9000:2000 que pode ser resumido a *satisfação dos requisitos dos clientes*. Cabe ressaltar que estes

¹⁰ FEINGENBAUM, Armand. Total Quality Control. 3.ed. New York, NY: Ed. Mc Graw-Hill, 1991.

¹¹ Com o objetivo de apoiar as organizações na implementação de SGQ foi criada a série de normas ISO 9000 (ABNT, 2000). No Brasil, a ABNT é a responsável pela sua normalização. A série NBR ISO 9000 teve sua última atualização em 2000 e é composta pelas seguintes normas:

- NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário
- NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – requisitos
- NBR ISO 9004: Sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para melhorias de desempenho.

requisitos, de acordo com a abordagem da norma, podem ser explícitos ou implícitos.

2.1.1 Controle de qualidade

O processo de controle da qualidade surgiu nos anos 30, como controle de qualidade estatístico, durante a Segunda Guerra Mundial, devido à necessidade de melhoria da produção de produtos bélicos por parte dos Estados Unidos, como foi comentado anteriormente. A prática se difundiu e, o Japão, que possuía um falho sistema de controle baseado na inspeção, passou a adotar o modelo americano após a guerra. A necessidade deste efetivo controle veio pelas falhas detectadas pelos americanos no sistema de telecomunicações na ocasião de sua ocupação (ISHIKAWA, 1993).

Antes de compreender o conceito de controle de qualidade, é preciso definir o que seja controle. A definição presente no dicionário da Língua Portuguesa (FERREIRA, 2000) diz, dentre outros, que é a “fiscalização exercida sobre as atividades (...) para que não se desviem das normas preestabelecidas”. Souza (1993, apud MELHADO, 1994)¹², em trabalho direcionado à construção civil, diz que o controle tem como objetivo “assegurar que os resultados obtidos correspondam, tanto quanto possível, aos planos”. Logo, o controle da qualidade objetiva assegurar o alcance dos resultados referentes à qualidade.

Juran (1992) afirma que o controle da qualidade consiste em executar atividades (planos e monitoramento de operações) que assegurem o alcance de metas. O autor divide o processo nas seguintes etapas:

- Avaliação do desempenho real da qualidade;
- Comparação do desempenho real da qualidade e;
- Ação em função da diferença.

Ishikawa (1993) utiliza a definição dos Padrões Industriais Japoneses (PIJ) como sendo um “sistema de métodos de produção que produzem economicamente bens ou serviços de boa qualidade atendendo aos requisitos do consumidor”. E introduz a visão de controle de qualidade para a toda a empresa (trabalho, serviço,

¹² SOUZA, R.; SAMPAIO, J.C.A.; MEKBEKIAN, G. Fundamentos da qualidade. In: **Qualidade e produtividade na construção civil** - Curso EPUSP/ITQC. São Paulo, EPUSP, 1993. v.1.

informação, processo, etc.), na qual todo o processo é importante para assegurar o atendimento aos requisitos do consumidor, visto que este refletirá no próprio produto.

A visão da NBR ISO 9000:2000, que será atribuída a este trabalho, conceitua controle da qualidade como “parte da gestão da qualidade focada no atendimento dos requisitos (necessidades ou expectativas que são expressas, geralmente, de forma implícita ou obrigatório) da qualidade” (ABNT, 2000).

O controle da qualidade é um processo, e portanto uma ação. Deve ser o mais eficiente possível para que seja assegurada a qualidade do produto e para que possa fornecer dados para retroalimentar o sistema da qualidade.

2.1.2 Garantia da qualidade

De acordo com Juran (1992), a garantia da qualidade busca o foco nas evidências fornecidas aos intervenientes externos ao processo de que o produto possui as características e desempenhos de acordo com o especificado e esperado.

Para Ishikawa (1993), a garantia da qualidade está diretamente relacionada à confiança dada ao cliente de que o produto poderá ser utilizado satisfatoriamente e com confiança por um longo tempo. Este conceito passou por uma evolução onde se iniciou no processo de inspeção, que conforme já foi dito, permitia falhas, visto que nem todos os produtos eram inspecionados. Em seguida passou-se a garantir o processo de produção¹³, porém, seu enfoque não considerava questões relacionadas à concepção e ao uso do produto. Posteriormente foi adotado o enfoque no desenvolvimento de novos produtos. Este por sua vez é o que mais se aproxima da atualidade, pois possui uma abrangência maior devido ao fato de considerar tanto os processos dentro da empresa como o ciclo de vida do produto (desde a concepção até a pós-venda).

A ABNT (2000) define o termo como “parte da gestão da qualidade focada em prover confiança de que os requisitos da qualidade serão atendidos”. Esta definição pode ser vista como uma forma mais abrangente das outras, não diferindo em seu contexto. Conforme a metodologia deste trabalho, esta será definição adotada para o termo garantia da qualidade.

¹³ Importante ressaltar que o autor referia-se à indústria de série, que por sua vez possui características distintas da construção civil.

2.2 A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC e a Fundação Getúlio Vargas – FGV (2005), o Macrossetor da Construção Civil é responsável diretamente e indiretamente por cerca de 18,4% do Produto Interno Bruto – PIB (projeção de 2004) e pela geração de mais de 12 milhões de empregos diretos, indiretos e induzidos (estimativa de 2003). Estes dados refletem a importância do setor no cenário econômico nacional. Entretanto, existe um grande contraste entre a sua importância no mercado e suas características. De acordo com pesquisa realizada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC (2002), o setor de construções habitacionais tem apresentado uma lenta evolução tecnológica comparado aos outros setores industriais. O relatório aponta como fatores causadores deste atraso a baixa produtividade do setor, a baixa qualidade dos produtos intermediários e finais da cadeia produtiva, o não-uso de produtos industrializados devido aos altos custos, desconhecimento das necessidades do mercado consumidor, desconhecimento gerencial dos agentes da cadeia produtiva em termos de qualidade, competitividade e custos, e incapacidade de avaliar tendências futuras em termos mercado, economia e estratégia de crescimento. A diversidade do mercado e dos modelos organizacionais também contribui para um quadro de desempenho irregular (ALVES, 2001). A necessidade de modernizar o setor impulsiona a busca por sistemas de gestão que melhorem o desempenho da empresa, desta forma aumentando a sua competitividade e fazendo-a destacar-se no mercado (MACKINSEY, 1999).

A situação de baixa qualidade na construção civil não é exclusiva do Brasil. A Comissão Européia (EUROPA, 2002) apresentou um estudo sobre a gestão da qualidade nas empresas da construção civil européias. Problemas como falhas no projeto, nas especificações, baixa durabilidade dos produtos devido às reduções de custos são alguns dos diversos motivos que interferem na qualidade dos produtos do setor.

Na busca de desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade, foi criado o modelo da *European Foundation for Quality Management*¹⁴ (EFQM) e seus princípios são baseados da Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* –

¹⁴ Fundação Européia para a Gestão da Qualidade. Tradução da autora.

TQM). Quanto ao uso das normas da ISO 9000, o estudo aponta que sua aplicação é apenas um processo de sistemas de gestão da qualidade, tal como o EFQM (EUROPA, 2002).

No Brasil, a certificação das empresas do setor se dá pela NBR ISO 9001 ou pela qualificação pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

2.2.1 Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H (PBQP-H, 2004)

O PBQP-H é uma iniciativa do Governo Federal que visa organizar o setor da construção civil no que concerne à melhoria da qualidade do habitat e na modernização produtiva. Suas ações incluem:

- qualificação de construtores e projetistas;
- melhoria da qualidade dos materiais;
- formação e qualificação de mão de obra;
- normalização única;
- capacitação de laboratórios;
- aprovação técnica de tecnologias inovadoras e;
- comunicação e troca de informações.

A participação no programa é feita por toda a cadeia: entidades representativas de construtoras, projetistas, fornecedores, fabricantes de materiais e componentes, comunidade acadêmica, entidades de normalização e o Governo Federal.

A implementação do programa é feita em 3 etapas:

- sensibilização e adesão: momento de apresentação do programa por parte dos técnicos do PBQP-H, no âmbito estadual, com objetivo de sensibilizar e mobilizar os setores público e privado para a sua adesão;
- programas setoriais: no âmbito estadual, possui o objetivo de realizar um diagnóstico do setor no estado pelas entidades envolvidas. O seu produto é o Programa Setorial da Qualidade (PSQ);
- acordos setoriais: realizados entre o setor privado, público estadual e a Caixa Econômica Federal, baseados no diagnóstico do item anterior.

Define as metas e o cronograma de implantação dos Programas de Qualidade.

O Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiQ¹⁵) é parte integrante do PBQP-H e é o responsável pelo setor de obras e projetos. Seu sistema de qualificação é baseado na NBR ISO 9001 e decorre no estabelecimento de níveis progressivos, de caráter evolutivo, de qualificação das empresas. Porém, no momento da realização desta pesquisa, estava entrando em vigor o novo referencial do PBQP-H: o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC. Este novo sistema diferencia-se do outro na maneira que a empresa é avaliada, sendo esta não mais qualificada, mas sim avaliada em conformidades. Para o nível “D” é exigido apenas a declaração de adesão ao PBQP-H e de conformidade ao referencial normativo, não sendo objeto de auditoria. Para os outros níveis são feitas auditorias do SGQ, sendo o nível “A” avaliado da mesma maneira que a ISO 9001:2000.

De acordo com informações do sítio do programa¹⁶, em 15 de março de 2005 eram 1167 empresas qualificadas (Norte: 112; Nordeste: 134; Centro Oeste: 225; Sul: 214; Sudeste: 482). Neste número estão presentes empresas construtoras e de serviços (projetos, gerenciadoras, consultoras, entre outras). Embora, não tenha sido possível detectar a real proporção entre estes dois tipos de empresas, estima-se que a grande maioria seja de construtoras. Principalmente pelo fato de ainda não haver um programa efetivo de qualificação de empresas de projeto (SiQ-Projetos) por parte do PBQP-H. São apenas 3 estados que possuem PSQ no setor de projetos: Bahia (Qualiop), Pará (PARAOBRAS) e São Paulo (Qualihab) em contrapartida aos 22 estados que assinaram os acordos setoriais com o programa de incentivo à qualificação pelo SiQ-Contrutoras (SiQ-C)¹⁷.

Esta demanda pela adesão ao SiQ-C deve-se principalmente ao fato da exigência, tanto do poder público, utilizando seu poder de compra, quanto dos

¹⁵ No período de realização desta pesquisa estava sendo aprovado o novo regimento do SiQ, que passou a ser denominado SIAC – Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras. Este novo sistema diferencia-se do anterior na maneira em que a empresa é avaliada, sendo esta não mais qualificada, mas sim avaliada em conformidades além da participação do INMETRO. Para o nível “D” é exigida apenas a declaração de adesão ao PBQP-H e de conformidade ao referencial normativo, não sendo objeto de auditoria. Para os outros níveis são feitas auditorias do SGQ, sendo o nível “A” avaliado da mesma maneira que a ISO 9001:2000. Outra mudança substancial é a ampliação do escopo. O que antes era restrito às obras de edificações, agora contempla obras de saneamento, viárias e de artes especiais. (PBQP-H, 2005)

¹⁶ http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/empresas_qualificadas.htm#. Acesso em 15 mar 2005.

¹⁷ http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/acordos_setoriais.htm#. Acesso em 16 mar 2005.

agentes financiadores, no momento da concessão de crédito (ANDERY e VIEIRA LANA, 2002 apud ANDERY et al., 2002)¹⁸. Este dado confronta-se à percepção das empresas de projeto que, em estudo realizado em Florianópolis (FOSSATI et al., 2004) mostraram estar conscientes de que a implantação de SGQ é uma forma de melhorar a gestão organizacional, melhorar a qualidade dos serviços de projetos e padronizar suas atividades, embora a qualificação deste setor não seja uma prática comum. Isto apresenta um aspecto positivo, pois superada as barreiras financeiras (os custos de qualificação são além das possibilidades da maioria das empresas de projeto) a adesão se torna uma ação espontânea.

Os dados referentes à crescente adesão ao PBQP-H (1438 em 2001 para 3000 em 2004)¹⁹ e o fato da maioria das empresas (62,1%)²⁰ já terem alcançado o nível “A” de qualificação, não só refletem a mudança de paradigma quanto à implantação de programas de qualidade como a boa receptividade dada a estes. Principalmente pelo fato destes números não serem somente impulsionados pelas exigências dos agentes financiadores e contratantes, mas sim, em parte pela iniciativa de antecipação de adesão das empresas.

2.2.2 Projeto e qualidade

Grilo et al. (2003) apontam a etapa de projeto como grande influenciadora na qualidade do empreendimento na visão dos construtores e incorporadores. As soluções de projeto, de acordo com Souza (1995), determinam o processo de construção e a qualidade final do produto que será entregue ao usuário, logo possuindo a responsabilidade de atender aos clientes de ambos os lados (internos, referentes aos processos e; externos, que representam o usuário). Porém, é nesta etapa que é encontrado o maior número de falhas.

Grilo et al. (2003) ainda destacam que a falta de qualidade no processo de projeto é causada por fatores gerenciais, organizacionais, setoriais e empresariais, mercadológicos e educacionais. O atraso do avanço tecnológico e organizacional da

¹⁸ ANDERY, P. e VIEIRA LANA, M. P. A qualidade das edificações: dificuldades e estratégias para sustentação dos programas de garantia da qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - IBRACON, 44., 2002, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Concreto, 2002.

¹⁹ www.cidades.gov.br/pbqp-h.

²⁰ www.cidades.gov.br/pbqp-h.

construção de edifícios no Brasil se dá em grande parte a este motivo. A percepção das construtoras e incorporadoras é de grande importância, pois são estes os clientes mais relevantes dos escritórios de projeto. São apontados como falhas de acordo com Menezes (2004):

- a fraca relação entre o projeto e o planejamento do empreendimento;
- o excesso de fragmentação do trabalho, com o grande número de projetos terceirizados, o que acaba por dificultar a sua compatibilização;

E de acordo com Grilo et al. (2003):

- falta de metodologia para definição dos requisitos dos clientes;
- retrabalho devido às alterações de projeto;
- falta de coordenação entre os projetistas;
- falta de procedimentos de controle de projeto.

Entretanto, o que é apontado como consenso, tanto pelos autores nacionais, quanto pelos internacionais é a falta de aplicação dos conhecimentos da construção no momento da projeção, ou seja, a falta de integração entre projeto e construção (MELHADO, 1994; AMORIM, 1995; FABRÍCIO, 2002; MENEZES, 2004; .CII, 1987; CMC, 1991)²¹. Esta situação conduz ao erro e ao retrabalho, pois muitas vezes o que foi planejado não tem condição de ser executado.

2.2.2.1 A qualidade do projeto

O significado da qualidade do projeto transpõe ao paradigma que trata das soluções estéticas do produto, no qual a qualidade está ligada tanto à beleza quanto ao uso de materiais “nobres”. O conceito de qualidade deve abranger todo o processo de gestão do projeto. Souza (1995) enumera três tipos de qualidade do projeto:

- qualidade da solução do projeto: qualidade do produto final, inclui a facilidade de construir e custos;
- qualidade na descrição do projeto: relativos à documentação do projeto, memoriais, especificações técnicas;

²¹ Este tema será abordado no Capítulo 3: Construtibilidade.

- qualidade no processo de elaboração do projeto: engloba as diretrizes e parâmetros de projeto, integração entre eles, análise crítica e controle de recebimento.

Silva e Souza (2003) destacam como fator determinante para a sua qualidade a identificação das necessidades de ambos os clientes do processo. Para os clientes externos, que são os usuários do produto final, são considerados os requisitos relativos à adequação ao uso (desempenho e qualidade do produto). Da mesma forma, para os clientes internos, que são os contratantes e parceiros de projeto, busca-se atender aos requisitos relacionados aos processos de produção. Salgado (2000), numa abordagem anterior, classificou os tipos de requisitos como:

- esperados: são aqueles incorporados ao produto e que não há questionamento por parte do cliente. Exemplo: atendimento às legislações vigentes;
- explícitos: são os referentes às escolhas pessoais do cliente. Exemplo: tipo de imóvel, número de quartos, etc.;
- implícitos: não são mencionados pelo cliente, mas são desejáveis. Exemplo: posicionamento do imóvel quanto à insolação;
- inesperados: atribuem característica única ao produto. O cliente não considera importante até o momento de tê-los à disposição.

Há também questões relacionadas aos dados e informações para o desenvolvimento do projeto: “variáveis de entrada” do projeto. Este termo é muito utilizado na literatura internacional e possui “papel fundamental na qualidade do projeto, na sua produtividade e na qualidade do produto resultante”. Seu objetivo é qualificar e identificar as necessidades dos clientes internos e externos (SILVA e SOUZA, 2003).

Amorim (1997) afirma os requisitos possuem diferentes valores conforme os clientes, pois como o projeto é uma atividade que possui múltiplos intervenientes e cada um com objetivos específicos, a noção de qualidade e conformidade varia de acordo com cada interesse.

O autor relaciona 3 níveis a qualidade projetual, na mesma tendência já abordada por Souza (1995) anteriormente:

- qualidade no uso, referente ao desempenho do objeto projetado para seus usuários;

- qualidade no processo de produção, referente ao desempenho comercial e financeiro do empreendimento, inclusive os processos produtivos e a construtibilidade;
- qualidade no processo de projeto, aspectos relacionados à legibilidade e à precisão.

Cada tipo de cliente relaciona-se diretamente com o tipo de qualidade proposto. Assim sendo, os clientes externos ao processo de projeto, que normalmente são os construtores e incorporadores e o usuário final, estão ligados à qualidade do projeto ou produto-edifício, ao passo que, os clientes internos ao processo vinculam-se à qualidade no projeto, ou seja, produto-projeto.

O autor ainda propõe um conjunto de indicadores que mensuram a qualidade do projeto onde o objetivo é propor uma ponderação variada que seja específica para cada caso, já que estas condições, por serem interdependentes, devem ser equilibradas, sob o risco de supervalorizar um aspecto em detrimento do outro.

A interfaces geradas determinam os tipos de qualidade para cada interveniente e a sua relevância (

Quadro 2. 1). A mensuração da conformidade alcançada será determinada principalmente pela correta definição dos objetivos dos serviços e das necessidades a serem atendidas, ou seja, pelo claro estabelecimento das variáveis de entrada. Ressaltando que é necessário que o contratante exprima corretamente estas necessidades (AMORIM, 1997).

Nível do produto/ itens de controle	Usuário	Proprietário	Construtor	Projetistas exter.	Projetista interno
Produto-edifício:					
Habitabilidade (conforto)	■				
Estética	■	■			
Manutenção	■	■			
Custo	■	■			
Rentabilidade	■	■	■		
Construtibilidade		■	■		
Produto-projeto:					
Legibilidade		■	■	■	■
Precisão		■	■	■	■
Compatibilidade			■	■	■
Custos de realização				■	■
Eficácia (retrabalho)				■	■

Legenda:

■	correlação fraca
■	correlação forte

Quadro 2. 1: Interfaces da qualidade projetual
Fonte: Amorim (1997)

2.2.2.2 Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) para empresas de projeto

Como já fora mencionado neste capítulo, não existe ainda um sistema de qualificação de empresas de projeto (SiQ-Projetos) do PBQP-H. As iniciativas decorrem apenas no âmbito dos estados através dos PSQ (Exemplos: Qualiop – Bahia; PARAOPBRAS, Pará e; QualiHab, SP). Entretanto isto não impede que as empresas busquem a implantação de SGQ, o que é feito através da NBR ISO 9001.

Jobim et al. (1999) levantaram os seguintes fatores que motivam as empresas de projeto à certificação:

- adequação às exigências do mercado;
- diferenciação e marketing;
- adequação aos padrões internacionais de gestão da qualidade;

- ganhos de produtividade e redução de custos;
- modernização organizacional e maior competitividade, e principalmente;
- assegurar a satisfação do cliente, através de um SGQ preventivo.

Diversos estudos foram publicados apresentando a situação das empresas de projeto quanto à implantação de SGQ. O quadro mostrou-se bastante homogêneo quanto à motivação, dificuldades e benefícios da sua implantação.

Em dois estudos realizados com empresas do Rio de Janeiro em períodos diferentes não foi notada evolução quanto ao pensamento da qualidade. Duarte e Salgado (2001) levantaram o quadro da situação das empresas de projeto e verificaram que não havia empresas de arquitetura voltadas para edificações certificadas. O seu estudo envolveu onze empresas de outros segmentos de projeto²². Na época, as empresas estavam certificadas pela NBR ISO 9001:1994, quadro este que deve estar alterado devido à versão 2000 estar em vigor há 4 anos. Quanto às iniciativas das entidades de classe, nem o Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Estado do Rio de Janeiro (CREA-RJ), nem o Sindicato dos Arquitetos e Urbanistas do Rio de Janeiro possuíam programas voltados para o auxílio da implantação da gestão da qualidade nas empresas. Somente a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e o Sinduscon-Rio forneciam informações sobre a certificação.

No segundo estudo que foi realizado por Menezes (2004) em quatro empresas de projetos, nenhuma delas era certificada ou possuía um SGQ. O autor verificou que não havia iniciativa para a certificação, alegando que a clientela já estava satisfeita com o desempenho da empresa, o que não justificaria as mudanças em seus processos de gestão e aumento de custos gerenciais. As empresas também não incorporaram os procedimentos das empresas contratantes (construtoras e incorporadoras certificadas). Com esses dois estudos pode-se notar que o quadro da gestão da qualidade no setor de projetos no estado do Rio de

22 Estas empresas pertenciam na época aos seguintes segmentos: engenharia e arquitetura (não envolvendo projetos de edificações); engenharia de sistemas; execução de projetos, gerenciamento de obras; estudos de viabilidade para projetos na área industrial, energia, telecomunicações, transporte e infra-estrutura; segurança de voo; serviços relacionados à manutenção de sistemas de comunicação; construções de projetos especializados; consultoria e projetos de engenharia; projetos de grande porte; consultoria em projetos relacionados ao setor químico e petroquímico, entre outros. (DUARTE e SALGADO, 2001).

Janeiro, especificamente de edificações, está bastante atrasado, inclusive em relação a alguns estados, como será visto a seguir.

Andery et al.(2004) pesquisaram cinco empresas de projeto certificadas de Belo Horizonte e o quadro, em relação ao Rio de Janeiro foi um pouco diferente. A motivação destas empresas para a implantação do SGQ apresentou-se semelhante ao estudo de Grilo et al.(2003) com nove empresas de São Paulo, e podem ser resumidas em:

- melhora gerencial;
- aumento da competitividade;
- diferenciação no mercado.

Destaca-se que em Belo Horizonte não houve exigência por parte dos contratantes para a certificação, constatando uma iniciativa espontânea por parte das empresas.

Quanto às dificuldades, os resultados apresentaram-se diversificados e foram identificados na:

- interpretação dos requisitos normativos;
- pouca flexibilidade nos procedimentos estabelecidos;
- falta de pessoal envolvido;
- falta de recursos financeiros;
- resistência a mudanças do processo por parte dos envolvidos.

Pode-se notar que estas dificuldades estão diretamente relacionadas à cultura das empresas de projeto e ao seu porte. Daí a necessidade de se flexibilizar a norma para o setor (CORDEIRO et al., 2004).

Contudo, os benefícios relatados em Belo Horizonte justificaram e afirmaram a posição das empresas em certificar-se. Estes podem ser resumidos em:

- reestruturação do processo de projeto;
- diminuição de erros e retrabalho;
- transparência das informações;
- delegação de responsabilidades, não sobrecarregando os coordenadores especialmente;
- introdução da cultura de melhoria contínua;
- melhoria da qualidade no processo de projeto, que leva à melhoria da qualidade do projeto-produto.

A situação das empresas em processo de implementação de SGQ mostra-se semelhante às que já possuem o sistema. Fossati et al. (2004) pesquisaram dez destas empresas na Grande Florianópolis e verificaram que, além dos benefícios mencionados anteriormente, foram encontradas melhorias no processo de projeto e de gestão e diminuição das não-conformidades, devido à padronização dos processos.

Entretanto, não há, segundo Andery et al. (2004) o reconhecimento deste diferencial por parte dos clientes, principalmente das construtoras e incorporadoras, o que acaba por não se refletir na remuneração do serviço. Mesmo assim, a mudança de paradigma está ocorrendo e a cultura da qualidade está paulatinamente penetrando em todos os setores da cadeia produtiva da construção civil.

2.2.3 Plano da Qualidade do Empreendimento (PQE)

O Plano da Qualidade (PQ), dentro do SGQ, é um documento da qualidade específico do produto. Sua função é de estabelecer os procedimentos que serão utilizados no seu desenvolvimento a fim de assegurar a qualidade desse.

A NBR ISO 10005:1997 é uma norma guia para implementação de planos da qualidade e o define como “documento que estabelece as práticas, os recursos e a seqüência de atividades relativas à qualidade de um determinado produto, empreendimento ou contrato” (ABNT, 1997). Este documento, geralmente refere-se a alguns itens contidos no Manual da Qualidade²³.

A ISO 10006²⁴, que é voltada para o gerenciamento da qualidade, afirma que o plano da qualidade do projeto deve ser referenciado no plano do projeto²⁵. O plano do projeto também determina as condições em que serão realizadas as suas análises críticas. A ISO 10006 ainda acrescenta que estas análises críticas convém verificar a adequação do projeto para que seus objetivos sejam alcançados.

Dentro do escopo da pesquisa, que trata dos processos de validação e inspeção da aquisição, o PQ assume papel importante para a qualidade do produto. Nele estão contidas as indicações de como o processo de aquisição deverá ser feito,

²³ Manual da Qualidade: “documento que especifica o sistema de gestão da qualidade de uma organização”. (ABNT, 2000)

²⁴ ISO 10006: Gerenciamento da Qualidade – Diretrizes para a Qualidade em Gerenciamento de Projetos.

²⁵ Plano do Projeto: “conjunto de documentos para apresentação do que é necessário para alcançar o(s) objetivo(s) do projeto”.(ISO 10006).

indicando os requisitos de garantia da qualidade pertinentes ao produto. Deverá haver referência quanto ao modo de como o produto fornecido será controlado e inspecionado, os métodos de verificação de conformidades e a validação (ABNT, 1997).

Na NBR ISO 9001:2000, o item 7.1 Planejamento da Realização do Produto referencia o Plano de Qualidade como documento que irá estabelecer como o produto será desenvolvido e quais os processos e recursos que serão necessários, levando em consideração as diretrizes da qualidade contidas no SGQ. O SiQ-C o referencia como Plano de Qualidade da Obra, sendo este, item obrigatório para os níveis B e A. Neste documento, são especificadas as particularidades do empreendimento e contidos os procedimentos e recursos a serem utilizados, além dos responsáveis pelas ações.

Na construção civil, o plano da qualidade é direcionado a cada empreendimento, o que fez surgir o Plano da Qualidade do Empreendimento (PQE). A sua vantagem é de possibilitar maior flexibilidade e a adaptabilidade do SGQ no produto (MELHADO, 1999). No PQE estão contidos os procedimentos referentes ao projeto e à execução (Figura 2. 1). Seu objetivo é de propor o envolvimento de todos os intervenientes do processo de produção desde as fases iniciais, visando integrar projeto-produção (SANTOS e MELHADO, 2001). O autor sugere que o PQE seja proposto no início da fase de projeto quando serão realizadas análises de risco para a qualidade e ações para evitar falhas conseqüentes, o estabelecimento de procedimentos quanto à execução e controle, definição de pontos críticos para controle e validação e formas de integrar os intervenientes do processo.

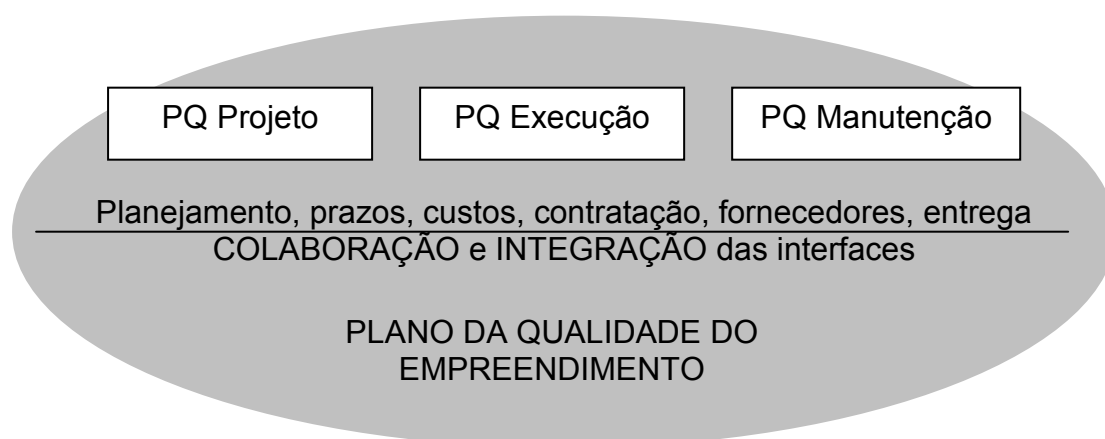


Figura 2. 1: Escopo do Plano da Qualidade do Empreendimento
Fonte: Mesquita e Melhado, 2002

Santos e Melhado (2001) relacionam alguns procedimentos envolvidos no PQE: controle de projetos e qualidade dos materiais, execução da obra, operação e manutenção. O plano também descreve como estes procedimentos deverão ser realizados. A vantagem de adotar o uso do PQE é o fato de se valer da sua flexibilidade e adaptabilidade ao invés de utilizar procedimentos generalizados e rígidos (MELHADO, 1999).

2.3 PROCESSO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO PROJETO

Os processos de controle da qualidade do projeto possuem a função de assegurar que este atenda aos requisitos ou metas da qualidade. Podendo estes processos serem internos, ou de produção, ou externo, ou de recepção (MESEGUER, 1991). Para este trabalho, os agentes envolvidos nos processos de controle da qualidade do projeto serão a empresa de projeto e a construtora ou incorporadora.

Os processos estudados, de acordo com o escopo da pesquisa e justificados na introdução da dissertação, são os de validação de projetos e inspeção na aquisição. De acordo com a gestão de processos (Figura 2.1), a validação de projetos faz parte do processo de controle do projetista, sendo condição para a entrega do projeto. A inspeção na aquisição é o primeiro passo de controle de qualidade do projeto da construtora/incorporadora, pois ela trata o projeto como insumo, ou seja, como um serviço prestado pelo projetista para a construtora/incorporadora que não elabore os projetos. Logo, o produto-projeto é uma aquisição da contratante.

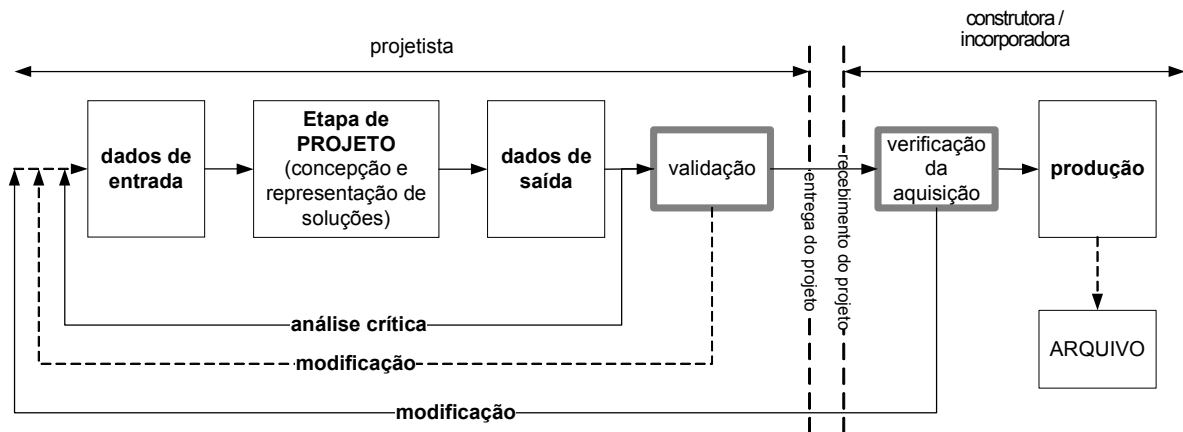


Figura 2. 2: O processo de projeto segundo a ótica da gestão da qualidade: interface projetista X construtora / incorporadora
 Fonte: adaptado de Melhado (1999)

Desta forma, as abordagens feitas sobre os processo de controle serão do ponto de vista do projetista (empresa de projeto) e da empresa construtora ou incorporadora.

2.3.1 Validação de projetos – controle da qualidade por parte da empresa de projetos

A validação de projetos é um procedimento da NBR ISO 9001:2000 pertencente ao item 7.3 Projeto e Desenvolvimento que consiste em “assegurar que o produto resultante seja capaz de atender aos requisitos para aplicação especificada ou uso intencional onde conhecido” (ABNT, 2000), ou seja, é uma prática de controle que fornece garantia da conformidade do produto. Ela deve ser realizada antes da entrega ou implementação do produto devido ao seu caráter de antecipação, além de exigir registros documentados. A validação encontra-se no universo da produção do projeto, ou seja, na empresa de projeto, tornando-se um processo interno de controle, embora podendo estar inserido nas diretrizes contratuais como um mecanismo de garantia da qualidade.

De acordo com a abordagem da NBR ISO 9004 (ABNT, 2000), a validação pode ser realizada parcialmente, sendo esta uma forma de fornecer ao cliente a confiança quanto à aplicação futura do produto. Estas são apenas recomendações, pois a norma é direcionada para aqueles que buscam a melhoria de seu sistema de gestão da qualidade.

O PBQP-H (2002), em seu processo de qualificação progressiva, exige o cumprimento desse item no nível A e complementa a definição da NBR ISO 9001:2000:

“A validação pode se dar através de medidas tais como: realização de simulações por computador; confecção de maquetes, físicas ou eletrônicas; avaliação de desempenho; ensaios em partes do produto projetado (físicos ou simulados); reuniões com profissionais da área, internos ou externos à empresa; reuniões com possíveis usuários; construção de unidades tipo; comparação com projetos semelhantes já construídos; aprovação do projeto nos órgãos regulamentadores municipais, estaduais e federais, bem como concessionárias quando necessário aprovação dos projetos em órgãos, etc.”

No novo referencial normativo do PBQP-H, o SiAC, a validação de projetos é somente exigida para o nível “A” de certificação, onde esta “apresenta-se como conclusão do processo de análise crítica, conforme planejado (ver 7.3.1), e procura assegurar que o produto resultante é capaz de atender aos requisitos para o uso ou aplicação especificados ou pretendidos, onde conhecidos” (PBQP-H, 2005). Esta deve possuir registros e estes devem conter “as hipóteses e avaliações aplicáveis consideradas para garantir que o desempenho pretendido será atingido, particularmente quando incluídas, no projeto, soluções inovadoras” (PBQP-H, 2005).

Melhado (1999) avalia a importância da validação como parte indispensável ao processo de concepção do projeto e ressalta que esta deve estar inserida no contexto do sistema de gestão da qualidade.

Para Juran (1992), a validação do projeto trata-se de um processo que visa garantir a produção de um produto que irá atender e satisfazer as especificações pré-estabelecidas e seus atributos de qualidade. Importante ressaltar que neste processo a definição das variáveis de entrada é condição para determinar a qualidade do projeto, pois são elas que tornarão evidentes os requisitos dos clientes internos e externos, além de restrições e condicionantes técnicos e legais que permitirão o seu desenvolvimento (SILVA e SOUZA, 2003).

Quanto à forma de aplicação da validação de projetos, Silva e Souza (2003) sugerem como ferramentas o uso de simulação em computador, a aprovação do projeto por parte das concessionárias públicas, análises realizadas por outros projetistas, além do check-list (Quadro 2.2).

Requisitos do cliente	Validação realizada através de...
<ul style="list-style-type: none"> • Estética 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquete eletrônica • Perspectiva
<ul style="list-style-type: none"> • Custos 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativas
<ul style="list-style-type: none"> • Desempenho 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação de desempenho • Indicadores de desempenho
<ul style="list-style-type: none"> • Legislação 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de projeto • Consulta às concessionárias ou prefeituras

Quadro 2.2: Requisitos e Validação
 Fonte: adaptado de Silva e Souza, 2003

Na Espanha, com a implementação de lei que assegura a segurança estrutural da edificação²⁶, o processo de controle da qualidade do projeto foi formalizado e denominado *Control de Calidad Técnica* (Controle de Qualidade Técnica). Esta prática trata da qualidade do projeto no âmbito da segurança estrutural objetivando atender às exigências desta lei.

Seu processo, que pode ser caracterizado como validação, consiste no preenchimento de questionários em forma de check-list que são entregues juntamente com os documentos técnicos e plantas para a apreciação do departamento responsável que emitirá o certificado de qualidade. Somente a partir da posse deste documento, será possível iniciar a execução da obra. Se houver pendências, a documentação tem que ser revisada até o aceite final (Consejo Superior de los Colégios de Arquitectos de España, 2000).

No Brasil, os processos de controle da qualidade do projeto, especialmente a validação de projetos, não possuem práticas correntes. Cazet *et al.* (2002) realizaram uma pesquisa na qual verificaram que empresas do setor realizavam a validação de duas maneiras: uma na fase de projeto, na qual era feita uma comparação com dados de avaliação pós-ocupação (APO) de empreendimentos anteriores, além de uma análise crítica; e a segunda, como sendo aquela feita após a conclusão e entrega do empreendimento, também na forma de APO. Verificou-se que nestes dois processos o controle foi feito, em sua maioria, a partir dos impactos

²⁶ Ley de Ordenación de la Edificación – LOE, art. 19c.

ocorridos sobre o cliente externo (usuário), não considerando de forma sistematizada os aspectos relativos à produtividade, desempenho e construtibilidade, ou seja, fatores relacionados aos clientes internos do processo.

Não existe uma metodologia estabelecida nem pelo PBQP-H nem pela ABNT. Isso é refletido em auditorias realizadas nas empresas na qual a apresentação do projeto ou o aceite das prefeituras estão sendo utilizados como evidências de validação (SINDUSCON-RIO, 2004). Isto demonstra a falta de consenso sobre o significado da validação de projetos, o que tem permitido lacunas na sua aplicação dentro do universo das empresas construtoras que possuem ou estão em processo de certificação pela ISO 9001:2000 e pelo PBQP-H (AMORIM, 2004). Embora, a literatura pesquisada tenha demonstrado a importância da abordagem deste processo (JOBIM et al., 1999; SILVA e SOUZA, 2003), principalmente pelo fato de ser uma exigência de documentação da norma.

2.3.2 Inspeção na aquisição (verificação do produto adquirido – controle da qualidade por parte da construtora / incorporadora

Diversos autores (SOUZA, 1995; TZORTZOPOULOS, 1999) ressaltam a importância do processo de recebimento do projeto por parte da empresa contratante (construtora, incorporadora, outra empresa de projeto) como forma de controle de qualidade. Ao se estabelecer a correlação com a NBR ISO 9001:2000, este procedimento está caracterizado pelo item 7.4.3: Verificação do Produto Adquirido, na qual “a organização deve estabelecer e implementar inspeção ou outras atividades necessárias para assegurar que o produto adquirido atende aos requisitos de aquisição especificados” (ABNT, 2000). Destaca-se que a definição de produto, segundo a NBR ISO 9000:2000, é o resultado de um processo e pode ser caracterizado por serviços, informações, materiais e equipamentos e materiais processados. Logo, o projeto pode ser caracterizado como produto.

No referencial normativo do SiAC, verificação do produto adquirido deve ser instituída e implementada pela empresa com ações que assegurem que este produto atenda aos requisitos de aquisição especificados. Devem também ser estabelecidos “procedimentos documentados de inspeção no recebimento para os materiais e serviços de execução controlados” (PBQP-H, 2005). Nota-se que esta

definição não foi modificada em relação à versão do SiQ-C. Este item é exigido nos níveis C, B e A.

Na NBR ISO 9004:2000, o procedimento está incluído no item 7.4.1 Processo de Aquisição na qual ressalta a importância de haver “registros de verificação do produto adquirido, comunicação e respostas a não-conformidades, para demonstrar sua própria conformidade com as especificações” (ABNT, 2000). Para fins de padrozinção, o termo utilizado será Inspeção na Aquisição.

Segundo Silva e Souza (2003), tanto o processo de recebimento do projeto quanto a maneira de como deve ser feita sua análise por parte da empresa contratante deste, devem fazer parte do planejamento da qualidade. Os autores ainda sugerem o atendimento a este item por meio de estabelecimento de inspeções no recebimento ou aquisição, objetivando a conformidade aos requisitos preestabelecidos com o fornecedor (projetista).

Apesar dos autores (SOUZA, 1995; SILVA e SOUZA, 2003) destacarem a importância do processo, não há, assim como a validação de projeto, procedimento específico de inspeção na aquisição encontrado na literatura pesquisada.

3 CONSTRUTIBILIDADE

3.1 O CONCEITO DE CONSTRUTIBILIDADE

O conceito de construtibilidade surgiu nos Estados Unidos na década de 1980 (*constructability*) e no Reino Unido (*buildability*) e significa “o uso ótimo dos conhecimentos e experiências na construção em planejamento, projeto, aquisição e operação a fim de atingir os objetivos globais do empreendimento” (*CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE -CII*, 1986). Podem ser entendidos como objetivos globais a redução dos custos, o aumento da produtividade, a diminuição dos prazos e a operacionalização mais cedo.

O conceito não surge como uma forma de tornar a construção mais barata ou mais fácil de executar. Também não é sua intenção “engessar” os objetivos do empreendimento. Seu objetivo principal é reconhecer os impactos que as decisões de projeto possam causar na construção (CII, 1986). Logo, segundo Sabbatini (1989 apud MELHADO, 1994), “a construtibilidade é uma propriedade inerente ao projeto”.

Para o CMC²⁷ (1991), construtibilidade é também a “capacidade de ser construído”, na qual são considerados os requisitos do cliente, as metas de custos para o empreendimento e seus prazos. São colocados como requisitos a melhoria da qualidade do projeto, operabilidade, facilidade de manutenção (*maintainability*), confiabilidade, redução dos custos, acesso ao canteiro, disponibilidade de mão-de-obra, de materiais e de equipamentos, dentre outros (CMC, 1991). Geile (1996) generaliza e inova o conceito afirmando que construtibilidade é uma ferramenta que utiliza-se de conhecimentos prévios dos requisitos dos clientes (usuário final) e os

²⁷ *CONSTRUCTION MANAGEMENT COMMITTEE*: Comitê de Gerenciamento da Construção pertencente à *American Society of Civil Engineers*, ASCE (Sociedade Americana de Engenheiros Civis).

integra ao plano do empreendimento, o que pode-se notar uma similaridade com a aplicação do PQE, onde os mesmos requisitos são considerados. A diferença deste conceito para o utilizado pelo CII é a inclusão do cliente final ou usuário nos requisitos do projeto, o que traz os preceitos da qualidade para a construtibilidade e a preocupação de não somente fazer certo, mas fazer o certo. Um exemplo claro dado pelo autor é a preocupação com aspectos de manutenção do empreendimento.

Segundo o CMC (1991), para a implementação da construtibilidade, devem ser consideradas as seguintes fases do empreendimento:

- plano geral do projeto, onde a construtibilidade deve estar inserida;
- planejamento e concepção, fase em que há o reconhecimento dos efeitos e impactos do projeto na construção;
- planejamento da construção, onde o adiantamento do cronograma do projeto é mais viável do que o adiantamento da construção;
- estimativas de custos, onde é necessária a participação de profissionais com experiência além de haver um esforço coletivo dos seus participantes, pois esta será a fase que validará a construtibilidade através da redução dos custos;
- construção, o planejamento do canteiro deverá considerar as instalações, os planos de trabalho, gerenciamento dos materiais, montagem, gerenciamento da construção, segurança, acessibilidade e movimentação dentro do canteiro por parte de pessoas, equipamentos e materiais.

Kerridge (1993 *apud* CHASEY, 2000)²⁸, considera a construtibilidade como um processo na qual tudo é feito com a finalidade de tornar a construção mais fácil, com melhoria na qualidade, segurança e produtividade, além de reduzir o cronograma e retrabalho. Através deste processo os riscos de projeto são reduzidos (RUSSEL et al., 1994).

Para que resultados mais efetivos sejam atingidos, é necessária a participação dos profissionais com experiência na construção no início do ciclo de vida do empreendimento, ou seja, nas fases de planejamento e projeto, aonde a possibilidade de influenciar os custos é maior (Figura 3. 1).

²⁸ KERRIDGE, A.E. Part 1: Plan for constructability. *Hydrocarbon processing*, 72, n. 1, jan. 1993.

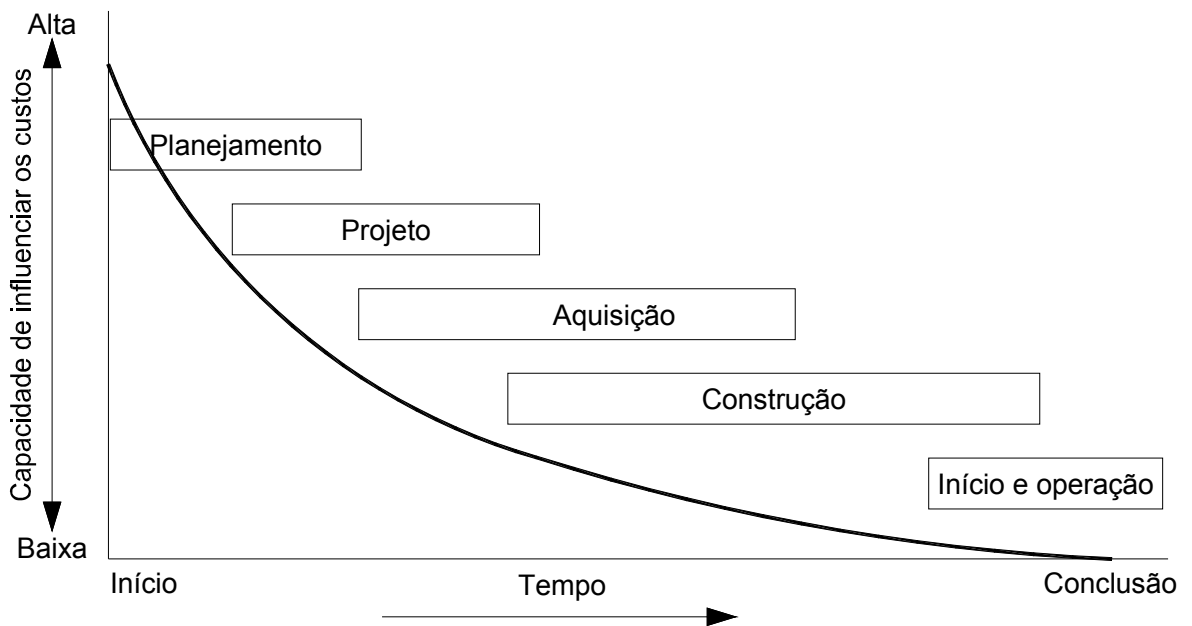


Figura 3. 1: Capacidade de influenciar o custo final do empreendimento.
 Fonte: Adaptado de (CII, 1986)

De acordo com o CII (1986), os agentes da construção não estão conscientes dos benefícios da aplicação da construtibilidade, apesar de já fazerem o uso informal de seus preceitos. Isso demonstra que, apesar de não haver um pensamento formal de integrar o projeto com a execução, esta integração já ocorre de maneira implícita e não planejada.

Da mesma forma, segundo Jergeas e Van der Put (2001), uma das maiores dificuldades em se aplicar a análise de construtibilidade é devida ao fato de não haver informações históricas suficientes para formar um banco de dados. Este banco de dados seria tanto da empresa, resultado de sua experiência, como do setor, através do *benchmarking* ou melhores práticas. Como consequência, as entradas do processo tornam-se deficientes dessas informações. Uma possível solução seria estabelecer uma metodologia para determinar e coletar estes conhecimentos, formar este banco de dados e aplicá-los no processo de projeto, podendo posteriormente, disponibilizar este banco de dados aos intervenientes. Esta gestão do conhecimento no setor da construção civil brasileira ainda é pouco difundida. Notou-se, nas participações da autora nas reuniões da COMAT (Sinduscon-Rio), que as empresas estavam buscando compartilhar não soluções, mas problemas ocorridos em suas obras. Isto reflete um posicionamento em realizar um intercâmbio de experiências, mesmo que negativas, que busquem soluções coletivas. O resultado destas

reuniões está formando um banco de dados a ser compartilhado pelos associados. (SINDUSCON-RIO, 2005).

Pelo fato da construtibilidade ser um processo de evolução e aperfeiçoamento contínuo, deve haver em seu processo a auto-avaliação tanto dos processos da empresa como do empreendimento, *benchmarking*²⁹, identificação de fatores que venham a impedir a sua implementação (identificação de barreiras), definição de metas e avaliação do progresso atingido (CII, 1993).

Ainda, de acordo com os autores, existe a resistência por parte dos intervenientes (proprietários, projetistas, construtores, fornecedores, autoridades, pesquisadores) do setor para a implementação da construtibilidade e seus programas, logo torna-se necessária a identificação de barreiras que a impeçam. O CII (1993) realizou uma pesquisa com as empresas associadas sobre quais eram as barreiras da construtibilidade. De uma maneira geral, estas barreiras podem ser resumidas em:

- resistência por parte dos intervenientes a novos programas;
- falta de pessoal especializado e recursos para implementar o programa;
- falta de banco de dados de lições aprendidas;
- descontinuidade das equipes e falhas na identificação de problemas.

Arditi et al. (2002) complementam com os seguintes fatores:

- Desconhecimento dos requisitos do cliente por parte dos projetistas;
- Divergências entre projetistas e construtores;
- Resistência por parte dos proprietários em adotar o programa, por este representar um custo extra ao empreendimento.

Entretanto, se for realizada uma identificação sistematizada destas barreiras, torna-se mais fácil sobrepujá-las e efetivamente alcançar os benefícios da construtibilidade (CII, 1993).

²⁹ *Benchmarking*: Processo por meio do qual uma empresa adota e/ou aperfeiçoa os melhores desempenhos de outras empresas em determinada atividade (FERREIRA, 2004).

3.2 DIRETRIZES DA CONSTRUTIBILIDADE

De acordo com o CII (1987), a aplicação das diretrizes da construtibilidade permite redução dos custos e do cronograma. Estas diretrizes foram baseadas nas experiências dos participantes do CII e compiladas em pesquisa do instituto.

As diretrizes são divididas em três blocos de acordo com as etapas do empreendimento:

- Planejamento do empreendimento ou inepção³⁰: são definidas as estratégias e os objetivos do empreendimento, como função, performance, viabilidade e estudos preliminares. É uma etapa importante pois estas decisões causam grande impacto no desenvolvimento do projeto e da construção.
- Projeto e aquisição: nesta etapa são aplicados os conceitos e as definições planejadas anteriormente. Suas decisões ainda causam impacto no resultado do empreendimento, porém a construtibilidade é retratada em termos de desenhos, especificações, aquisições e cronogramas.
- Operações de campo – construção/execução: nesta etapa são postas em prática as diretrizes traçadas nas etapas anteriores. A possibilidade de mudanças torna-se dispendiosa.

A seguir são apresentadas as diretrizes baseadas em publicações do CII (1987 e 1993).

I. Planejamento do empreendimento e inepção:
II. O programa de construtibilidade deve fazer parte do plano de execução do empreendimento: este deve ser estabelecido nas fases iniciais do empreendimento contribuindo com o estabelecimento de metas e objetivos, integrando projeto e construção, incentivando o uso dos conhecimentos e experiências na construção e possibilitando um melhor entendimento do projeto pelos construtores.
III. O planejamento do empreendimento deve envolver conhecimentos e experiências construtivas: este envolvimento contribui para o estabelecimento dos objetivos do empreendimento, na seleção das principais técnicas construtivas e no local do empreendimento, na elaboração do cronograma, estimativas e orçamentos, nas metas de produtividade, nas

³⁰ Inepção: processo inicial do empreendimento na qual são coletados os requisitos dos clientes e convertidos em um relatório ou sumário de requisitos e entradas para o empreendimento. Esta fase está contida no planejamento do empreendimento e é anterior ao de desenvolvimento de projeto. (ISO 14177, 1994)

estratégias contratuais e no gerenciamento dos materiais e equipamentos.
IV. A estratégia contratual deve considerar a participação dos agentes da construção: o arranjo contratual deverá determinar a atuação do agente da construção na equipe da construtibilidade, embora a sua participação deva ocorrer de qualquer maneira nas fases iniciais do empreendimento.
V. O cronograma do empreendimento deve considerar as necessidades da construção: tanto os prazos de conclusão do empreendimento quanto os requisitos da construção devem ser considerados em seu cronograma e custos.
VI. As principais técnicas construtivas devem ser consideradas na elaboração do projeto: os equipamentos, a mão de obra e a seqüência de trabalho devem ser considerados na fase de planejamento do empreendimento, principalmente pela possibilidade de haver modificações na fase de construção, ocasionando maior impacto nos custos, no prazo e na produtividade.
VII. O layout do canteiro contribui para a eficiência na construção: o planejamento adequado do layout das instalações provisórias e permanentes contribui para a eficiência e a produtividade no canteiro.
VIII. Os participantes da equipe da construtibilidade devem ser identificados nas fases iniciais: os participantes devem ser identificados na fase contratual determinando o momento de atuação destes participantes e, o critério de escolha deve contemplar suas habilidades/competências em relação à equipe, à comunicação e à capacidade de avaliar as interfaces entre projeto e construção, além de serem receptivos às novas idéias.
IX. O uso da tecnologia da informação (TI) durante o empreendimento: o uso da TI pode beneficiar a construtibilidade do empreendimento. São exemplificados o uso da modelagem em 3D, as simulações de computador, o uso de códigos de barra, entre outros.
X. Projeto e aquisição:
XI. Os cronogramas do projeto e da aquisição devem contemplar as necessidades da construção: a fase da construção é a de maior custo do empreendimento e por isso exerce grande influência nos cronogramas do projeto e da aquisição.
XII. O projeto deve possibilitar eficiência na construção: a troca de informações entre projetistas e construtores deve ocorrer antes de se iniciar o projeto. Métodos alternativos de construção podem ser sugeridos pela equipe de construção. Os projetistas devem considerar a simplicidade do projeto, para que este seja de “fácil” execução. Logo, projetos que requerem habilidades específicas devem ser evitados.
XIII. Elementos do projeto devem ser padronizados: a padronização consiste no uso de elementos com regularidade que estão disponíveis para o uso e fornecimento. Seu objetivo é de trazer benefícios nos custos e no cronograma. A redução nos custos se dá devido à redução do prazo na construção e aos descontos recebidos pelo volume do material, e a redução do cronograma ocorre em parte devido ao aumento da produtividade devido às ações repetitivas no canteiro.
XIV. A elaboração das especificações deve considerar a eficiência na construção: as especificações devem ser feitas com a participação de profissionais com experiência e conhecimentos da construção e realizadas como um projeto à parte. As especificações realizadas de acordo com esta diretriz impactam na eficiência, construtiva, na sua redução de custos e de

<p>cronograma, pois o retrabalho e os atrasos são frequentemente associados às falhas na especificação.</p>
<p>XV. Projetos que considerem a modulação e pré-fabricação devem ser preparados para facilitar a fabricação, o transporte e a instalação: uma vez decidido o uso da modulação e da pré-fabricação, estes projetos deverão levar em consideração o local de fabricação destes componentes, o transporte e seu manuseio e, os métodos de montagem que, por sua vez, afetarão o layout do canteiro.</p>
<p>XVI. O projeto deve possibilitar acessibilidade da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos à construção: devido ao fato da dificuldade de acesso de mão de obra e materiais e equipamentos causar baixa produtividade, condições de trabalho sem segurança e impactos negativos nos custos e no cronograma é que a construtibilidade atenta para esta diretriz. Considerar a acessibilidade na seqüência de trabalho e no layout do canteiro favorece a construtibilidade.</p>
<p>XVII. O projeto deve considerar condições climáticas adversas para facilitar a construção: condições climáticas adversas impactam nos custos e no cronograma. O projeto pode minimizar os efeitos do clima planejando o canteiro em lugar acessível, provendo proteção à mão de obra , utilizando a pré-montagem fora do canteiro, planejando o cronograma de entregas no canteiro e promovendo áreas protegidas para armazenamento.</p>
<p>XVIII. Seqüência de projeto e construção deve facilitar a sua interdependência: o cronograma geral do empreendimento para projetos complexos deve permitir a interdependência de atividades (projeto e execução).</p>
<p>XIX. Operações de campo – construção / execução</p>
<p>XX. O aumento da construtibilidade se dá quando novos métodos construtivos são utilizados: o uso das novas tecnologias traz benefícios na eficiência da construção. As inovações ocorrem na seqüência das tarefas da obra, em sistemas e materiais de construção, no uso de ferramentas manuais e equipamentos de construção, na pré-montagem, nas instalações temporárias e nos requisitos do empreiteiro relativos ao layout do canteiro, projeto e na escolha de materiais permanentes.</p>

Quadro 3. 1: Diretrizes da construtibilidade
 Fonte: Adaptado de CII (1987 e 1993)

3.3 ANÁLISE OU REVISÃO DE CONSTRUTIBILIDADE

A análise ou revisão de construtibilidade é um processo de avaliação do empreendimento durante o processo de projetos com o objetivo de detectar os seus impactos na fase de construção, considerando custos, manutenção, operabilidade, entre outros. Uma análise formal deve ser realizada por uma equipe com experiência na construção a fim de verificar, do ponto de vista dos construtores, se os projetos serão “exequíveis” (CHASEY e SCHEXNAYDER, 2000). Esta tem como propósito

evitar possíveis problemas na fase de projeto, identificando pontos críticos que venham causar alterações de projeto, atrasos e problemas operacionais na execução (PEPPER III, 1994).

A Figura 3. 2 demonstra que atualmente, de acordo com a pesquisa de Chasey e Schexnayder (2000), a aplicação da análise é realizada no fim do processo do projeto, ao passo que o recomendado pelos autores que se realize a análise em vários estágios do processo (em 30%, 60% e 90% da conclusão do projeto).

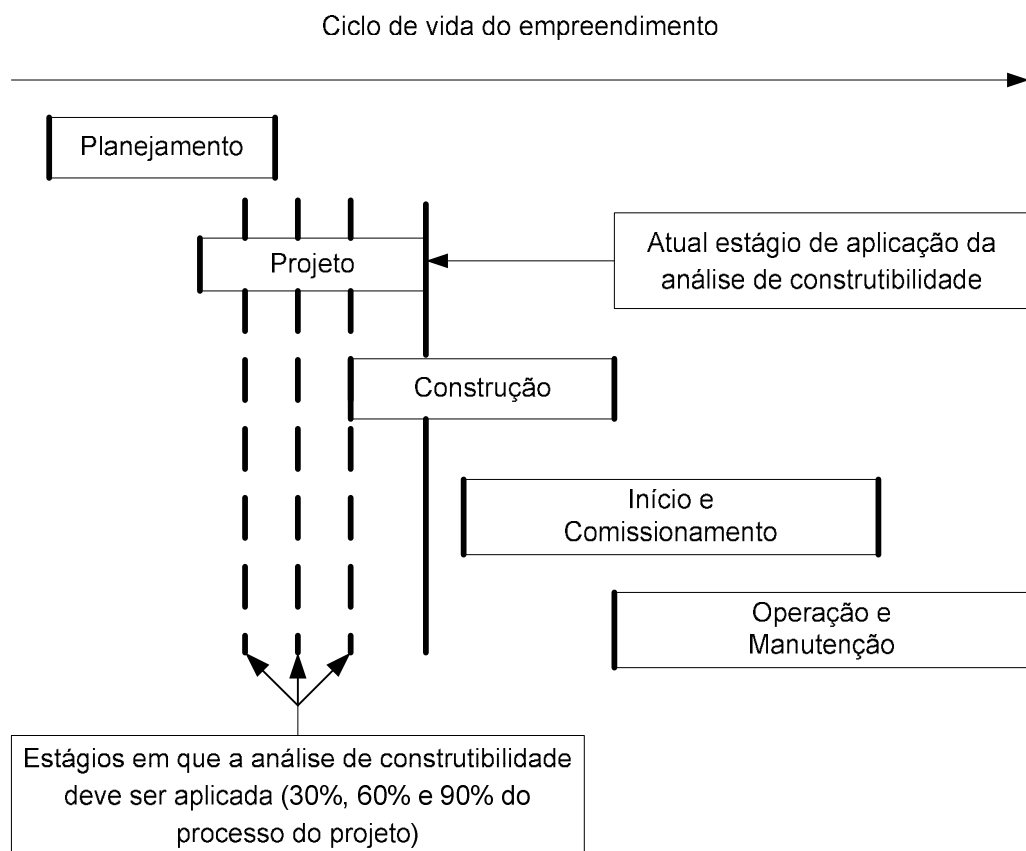


Figura 3. 2: Relação de implementação da análise de construtibilidade
Fonte: adaptado (CHASEY E SCHEXNAYDER, 2000)

Arditi et al.(2002) também constataram este fato ao verificar em pesquisa com projetistas que grande parte (87%) aplicava a análise de construtibilidade já no desenvolvimento do projeto, em contrapartida aos 25% da amostra que a efetuavam em todo o processo de projeto. Estas empresas consideravam a análise como parte integrante de um processo de melhoria contínua do projeto.

Alguns estudos verificaram resultados da aplicação prática da análise em diversas abordagens. Pepper III (1994) pesquisou o uso da análise de

construtibilidade com o propósito de se evitar atrasos e aumento de custos, representados como o aumento de aditivos contratuais por parte dos empreiteiros. A análise era feita no projeto buscando os itens críticos que apresentassem chances de sofrer modificações, atrasos ou problemas construtivos, dos quais possibilitariam aos empreiteiros demandarem aditivos contratuais. O estudo demonstrou que a análise realizada nestes casos conseguiu minimizar mudanças no projeto e, conseqüentemente, reduzir os atrasos e custos. O item aditivo, que costumava representar 4% do custo total do empreendimento, foi reduzido para 0,04%.

Hines et al. (2001) defenderam a aplicação da análise de construtibilidade em empreendimentos de SCR³¹ focando na análise de riscos. A principal característica do empreendimento está na alta especialização da mão-de-obra e no uso de equipamentos pesados, o que vem a representar grande parte dos seus custos. Os autores afirmaram que os riscos atribuídos a estes dois itens poderiam ser mitigados com a aplicação da análise de construtibilidade na fase de projeto. Desta maneira, buscando custos melhores, mas também redução ou eliminação dos atrasos.

No setor de edificações, a adoção da análise foi na fase de “pré-construção”³². Esta foi realizada pela gerenciadora da construção que também serviu como fonte de informação da construção, possibilitando a integração entre projeto e execução. Neste tipo de projeto, requisitos como estética e segurança foram acrescentados devido às características do empreendimento (edifício comercial). Apesar de nem todos os conceitos serem aplicáveis a este tipo de projeto, ficou evidente o sucesso de sua aplicação, sendo alcançados os objetivos do empreendimento (CII, 1993).

Entretanto, críticas ainda são feitas ao conceito. Segundo Dunston e Williamson (1999), a manutenção ainda é um processo indevidamente desconsiderado na análise de desempenho da obra. Sobretudo pelos seus custos representarem mais da metade do total dos custos de todo o ciclo de vida do empreendimento, (GRIFFIN³³, 1993 apud DUNSTON e WILLIAMSON, 1999). Portanto, se o objetivo do empreendimento é atingir a qualidade total, na qual considera todo o ciclo de vida do produto e todos os clientes (internos e externos),

³¹ SCR: Selective Catalyst Reductor – Redutor Catalítico Seletivo, catalisador para planta de processos, utilizado em centrais térmicas.

³² Esta etapa, como o próprio nome diz, antecede a construção. Sua função é de validação do projeto.

³³ GRIFFIN, J.J. “Life cycle cost analysis: a decision aid”. *Life cycle costing for construction*, J. W. Bull, ed., Blackie Academic and Professional, London 1993.

torna-se importante acrescentar a manutenção na análise de construtibilidade. Desta forma, pode esta última tornar-se, efetivamente, uma ferramenta aplicada para a melhoria da qualidade.

3.3.1 Análise de construtibilidade X exigência dos órgãos públicos americanos

As exigências governamentais da análise de construtibilidade como parte integrante da documentação de projeto estão configuradas pelos departamentos de transporte, ou agências de transporte responsáveis pelas obras de infra-estrutura terrestre (estradas e pontes). Esta prática possui o objetivo de melhorar a qualidade e os custos deste tipo de construção. As abordagens do processo de análise variam de Estado para Estado, de acordo com o relatório do *Wisconsin Department of Transportation*³⁴. Estas podem ser internas, onde o próprio departamento realiza a análise, ou externas, realizada por equipe contratada (MCLAWHORN, 2003).

Embora não tenha sido constatada na literatura pesquisada evidência sobre a adoção de análise de construtibilidade como exigência de contratação para o setor de edificações, existem estudos que relacionam o uso desta. O CII (1993) relata em seu Guia para Implementação de Programas de Construtibilidade (*Constructability Implementation Guidelines*) o uso da revisão na fase de pré-construção de um prédio comercial. De acordo com a pesquisa foram alcançados os objetivos de redução de custos e de cronograma, qualidade e estética.

Pode-se notar que, a adoção da análise de construtibilidade constatada na literatura pesquisada torna-se uma ação estratégica do empreendimento para melhoria da qualidade e redução de custos e cronograma e não uma ação compulsória impulsionada por demandas governamentais. No caso do Brasil, entretanto, estas demandas poderiam atuar como agente impulsionador assim como foi realizado com os programas de certificação (PBQP-H). O uso da revisão como exigência de projeto, por exemplo, para contratação de obras públicas, por um lado demandaria um prazo maior para a realização do planejamento do empreendimento (parte dessas realizada pelo próprio contratante), mas por outro garantiria prazo de

³⁴ O relatório do *Wisconsin Department of Transportation* possui a relação dos estados norte-americanos que aplicam a análise de construtibilidade em seus projetos de estradas e pontes. Neste relatório estão contidas as relações dos documentos das melhores práticas destes estados, os endereços eletrônicos que contém informações e os centros de pesquisa que participam dos estudos da construtibilidade.

execução e custos de acordo com o edital além da garantia da qualidade. Entretanto, para isso necessitaria uma mudança de paradigma de metodologia de trabalho e reformulação do processo de projeto, onde este é feito quase que simultaneamente com a execução e, o processo em si não é formalizado e nem padronizado.

3.4 PROGRAMA DE CONSTRUTIBILIDADE

O programa de construtibilidade visa à aplicação sistematizada das informações relacionadas à construção durante as fases de planejamento, projeto, aquisição, construção, testes e operação através de profissionais com experiência e conhecimento da construção (CHASEY, 2000). A sua implementação é feita nas fases iniciais do empreendimento. Este programa, ao ser implementado, deve estar adequado ao seu uso, sobretudo relativo a quais conceitos serão focados na sua aplicação (CII, 1986).

Para implementar o programa, três etapas devem ser consideradas de acordo com o CMC (1991):

- Prover os dados de entrada para a elaboração da declaração dos objetivos do empreendimento;
- Estabelecer o prazo de conclusão do empreendimento e;
- Verificar o quanto esses prazos interferirão nos custos.

Importante ressaltar que estas etapas devem ser esclarecidas para todos os membros da equipe e serem priorizadas. A questão dos dados de entrada, como já fora mencionada, apresenta dificuldades visto que a definição dos requisitos dos clientes depende de uma metodologia de avaliação específica com cada empreendimento e de um banco de dados com informações históricas de outros projetos. Ou seja, estes requisitos necessitam serem bem declarados no projeto. Logo, para que a implantação do programa seja efetiva, em um primeiro estágio há a necessidade de uma reformulação nos processos de projeto, com a inclusão da fase de inepção, e de gestão do conhecimento.

O programa de construtibilidade, de acordo com Harbuck (1991), pode ser formal, incorporado no escopo do plano geral do projeto e a filosofia da empresa, ou informal, onde se caracteriza apenas por revisões de projeto e coordenação com a

construção (CHASEY, 2000). Este autor ainda afirma que o programa também pode ser parte integrante do programa de qualidade do empreendimento. Esta inclusão no condiz com a definição e delimitação dos procedimentos a serem realizados no projeto a fim de garantir a qualidade do empreendimento.

Para o sucesso de sua implementação, segundo Harbuck (1991), o programa deve seguir as seguintes fases:

- Avaliação do programa: onde são determinadas as metas e os objetivos do processo. Deve estar contida no escopo do projeto;
- Organização do programa: são determinados os responsáveis pela implementação do programa e seus envolvidos, os procedimentos a serem feitos no processo de análise e quais os itens do projeto que serão passíveis desta;
- Implementação do programa: os resultados da análise são incorporados no processo de gerenciamento de projetos, e;
- Análise crítica do programa: os resultados são avaliados, seus erros e acertos. As lições aprendidas passam a fazer parte do banco de dados do programa.

O programa de construtibilidade, ao ser inserido no PQE, assume grande parte da responsabilidade de determinar os procedimentos que garantirão a qualidade. Entretanto por ele não englobá-los em sua totalidade, é importante considerar o tipo de empreendimento a ser realizado e a própria política da qualidade envolvida.

3.5 FATORES QUE INFLUENCIAM A CONSTRUTIBILIDADE

São aqueles que devem ser considerados no programa de construtibilidade, constituindo aspectos integrantes do processo de projeto que afetam a qualidade da solução construtiva (AMORIM, 2004). O tamanho e o escopo do empreendimento determinarão quantos e quais fatores serão considerados (CMC, 1991).

Embora os fatores sejam tratados separadamente, sua análise sistematizada é fundamental para prover a coordenação e a integração dos processos e etapas do empreendimento em todo o seu ciclo de vida, do planejamento até a sua conclusão (CMC, 1991).

Os fatores a seguir foram relacionados pelo CMC (1991) e por publicações mais recentes e servirão de guia para o encaminhamento desta pesquisa, entretanto esta relação ainda não está ordenada e nem classificada. Seus aspectos são incompletos, não correspondendo ainda, à realidade do setor de edificações que delimita esta pesquisa³⁵.

Fatores do CMC (1991):

- Gerenciamento do projeto: o projeto deve ser vislumbrado sob a luz da construtibilidade e, o plano de construtibilidade deve estar contido nas etapas de projeto e execução;
- Entrega do projeto: os benefícios da aplicação da construtibilidade dependem de como serão feitos os arranjos contratuais e a entrega dos projetos. Os métodos mais usuais de gerenciar o projeto são aqueles em que a equipe da execução/construção participa de todas as fases do empreendimento (por exemplo: contratos *turnkey*³⁶ e *design/build*³⁷);
- Estratégia de contratação: o tipo de contratação afeta a forma de aplicação do programa de construtibilidade, ou seja, contratos em que não há a participação da construtora na etapa de projeto, seja por estratégia do proprietário, possuem uma abordagem diferente do programa, ao contrário dos contratos do tipo *turnkey* ou *design/build* em que os profissionais da construção participam de todas as fases.
- Gerenciamento de riscos: os fatores de risco devem ser considerados na fase de preparação dos contratos. Cada participante poderá contribuir para a identificação dos riscos que estão associados a sua área.
- Parcelamento dos lotes de serviço: o arranjo contratual estabelecerá as formas de sub-contratação e parcelamento dos serviços. Estes parcelamentos estabelecerão um programa de entregas de especificações por parte do projetista aos sub-contratados.

³⁵ Esta correspondência será tratada no Capítulo 4.

³⁶ *Turnkey*: modelo de contratação onde a participação do contratante é mínima e do contratado (fornecedor) máxima, montando as instalações, os equipamentos, fornecendo suprimentos e pessoal com o objetivo de colocar o empreendimento em funcionamento (FERREIRA, 2004).

³⁷ *Design/build*: modelo de contratação semelhante ao *turnkey*, onde uma empresa ou grupo é responsável pelo projeto e construção do empreendimento (SONGER e MOLENAAR, 2005)

- Plano de trabalho (mão de obra): fatores como disponibilidade da mão-de-obra na região, sua qualificação e alojamento no local, influenciarão no programa de construtibilidade e nas decisões de projeto quanto às técnicas construtivas, custos, riscos, etc.
- Acesso ao canteiro: o plano de acesso deve considerar a disponibilidade e as limitações das estradas, pontes e tráfego, o que afetarão as especificações dos equipamentos, os custos de montagem das peças pré-montadas, tanto na indústria quanto no canteiro e, os custos do transporte destas.
- Layout do canteiro: deve ser considerada a seqüência de trabalho em diversas configurações de canteiros, com a preocupação de acomodar da melhor forma possível suas funções. O plano de construtibilidade pode permitir que instalações temporárias sejam incorporadas nas permanentes.
- Layout das estruturas: deve ser considerada a acessibilidade, tanto para peças a serem instaladas como para as futuras reposições.
- Acesso para operação, instalação, manutenção e reposição: este fator não se refere somente ao processo de execução, mas também ao seu uso. Como exemplo, algumas construtoras que foram pesquisadas neste trabalho utilizam-se de soluções como colunas de visita de tubulação com o objetivo de facilitar a manutenção.
- Seqüência de execução: a seqüência de execução deve estar contida no plano inicial do empreendimento. O responsável deve considerar no caso de condições críticas de execução, o recebimento de material e equipamentos, instalação de peças pesadas, modulação, pré-montagem, pré-fabricação, tempo para testes e balanceamento dos equipamentos.
- Plano de montagem de equipamentos: o plano deve considerar o local de montagem dos equipamentos pesados, os acessos até os equipamentos e os acessos até o canteiro. Prazos de entrega dos equipamentos por parte do sub-empreiteiros também devem ser colocados no plano.

- Disponibilidade e obtenção/aquisição de equipamentos e materiais: o profissional com experiência na construção deve prover informações para a aquisição de materiais e equipamentos, tais como os meios de acesso e localização no canteiro, além de sugerir materiais e equipamentos alternativos de acordo com a disponibilidade e custos.
- Pré-fabricação: o uso da pré-fabricação apresenta a vantagem dos componentes serem fabricados em um ambiente controlado, podendo este processo ser simultâneo a outros da construção. Com isso, reduz-se a necessidade de trazer maquinário para o canteiro.
- Pré-montagem: podendo ser realizada em local próximo à obra, permite a execução de atividades simultaneamente (uma no canteiro e outra no local de pré-montagem). O único trabalho a ser feito no canteiro é o de instalação das peças.
- Modulação: reduz os custos do trabalho dentro do canteiro e aumenta a qualidade referente a sua montagem devido à similaridade dos componentes.
- Gerenciamento da organização da construção ou plano de gerenciamento da construção: neste plano devem constar as responsabilidades, os procedimentos e as equipes necessárias (quais e quantos profissionais) inclusive as equipes de suporte e de instalações. Os profissionais se encaixarão nas seguintes funções: plano de construtibilidade, supervisão da obra, administração de contratos, compras e aquisições, gerenciamento de materiais, contabilidade, qualidade e confiabilidade, engenharia (projeto), orçamento e testes e comissionamento (*start-up*).
- Gestão da qualidade: a qualidade está ligada ao atendimento/cumprimento dos objetivos do projeto. A equipe da qualidade deve determinar no início do projeto quais são os itens passíveis de controle de qualidade. Os empreiteiros devem sempre considerar normas, boas práticas, etc. Os requisitos devem ser especificados no programa, devendo haver fiscalização sobre o trabalho do empreiteiro e a exigência de ensaios.

- Gerenciamento de materiais: a aquisição deve estar contida no cronograma do projeto. O seu gerenciamento tem como propósito a segurança e manutenção do material no canteiro e em uso. Seus benefícios são: a redução das perdas, diminuição dos depósitos e do excesso de material que resta no fim da obra e, da mão-de-obra que controle o material.
- Segurança no canteiro: deve estar contida no plano de implementação e considerar locais adequados para os materiais e equipamentos críticos, número de trabalhadores e seguranças, entre outros.
- Segurança da mão-de-obra: deve ser considerada a segurança das instalações, o que no contexto brasileiro, refere-se ao cumprimento da NR 18³⁸.
- Facilidade de operação / operabilidade: deve estar contida no plano do projeto e considerar fatores como o acesso, o uso e os custos na instalação dos equipamentos.
- Facilidade de manutenção / “manutenibilidade”: relativo à pós-ocupação, a manutenção das instalações deve ser considerada, especialmente no que se refere às garantias do empreendimento.

Diversos autores (PEPPER III, 1994; BOYCE, 1991; RUSSEL et al., 2004; FISCHER et al., 2000) relacionam fatores tais como:

- arranjo contratual;
- técnicas construtivas;
- localização dos equipamentos;
- acessibilidade no canteiro;
- simplificação da especificação;
- escolha de fornecedores e;
- comunicação entre os intervenientes.

Estes fatores encontram-se contidos nos que foram relacionados pelo CMC, sobretudo porque todos eles foram baseados nos conceitos na construtibilidade mencionados neste capítulo. Entretanto, eles não consideram aspectos relativos ao

³⁸: Norma Regulamentadora 18: “estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção”. (MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO, 1995)

usuário (AMORIM, 2004). Portanto, para que se possa propor uma metodologia voltada para a validação de projetos a partir destes fatores, torna-se necessário adaptá-los às necessidades do setor em que serão utilizados.

4 CLASSIFICAÇÃO E ORDENAÇÃO DOS FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE

Para que fosse possível desenvolver a metodologia para a validação de projetos baseada na análise de construtibilidade, partiu-se a hipótese de que a qualidade da solução construtiva é resultado da interação de diversos fatores causadores destas soluções somada ao seu grau de importância atribuído no processo de projeto. Desta forma, torna-se necessário dar tratamento a estes fatores, ou seja, classificá-los e ordená-los.

Primeiramente foi feito o levantamento dos fatores causadores da construtibilidade (capítulo 3) baseados nas publicações do CMC (1991) e Amorim (2004). Contudo, a sua utilização tal como foram apresentados não atende à proposta do trabalho devido ao fato destes fatores apresentarem ambigüidades e, serem tratados como funções separadas (CMC, 1991; AMORIM, 2004). Desta forma, houve a necessidade de utilizar como modelo de representação a metodologia IDEF0³⁹, de realizar a classificação destes fatores segundo os preceitos das norma ISO PAS 12006-2⁴⁰ e do projeto CDCON⁴¹ e de ordená-los utilizando o Diagrama de Causa e Efeito. Posteriormente foi elaborada a matriz correlacional, de acordo com os preceitos da análise dinâmica de sistemas. A função desta etapa é fornecer subsídios para o estudo de caso.

³⁹ Esta metodologia está descrita na norma IEEE Std 1320.1-1885

⁴⁰ Norma voltada para a organização da informação da construção, trata especificamente da classificação desta informação.

⁴¹ CDCON: projeto voltado para o desenvolvimento da terminologia e codificação de materiais e serviços para a construção. (CDCON, 2003)

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE

4.1.1 Metodologia IDEF0 e classificação da informação da construção

Para que se possa entender a metodologia IDEF0, primeiramente é necessário definir o conceito de processo, visto que o assunto tratado neste trabalho é o processo construtivo.

Maranhão (2004) apresenta o conceito de processo como sendo a transformação de insumos (entradas) em algo (saída). A NBR ISO 9000:2000 a define como o “conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transforma insumos (entradas) em produtos (saídas)”. Porém, apesar de haver consenso sobre o seu significado, estas definições apresentam-se genéricas para o uso esperado neste trabalho. Logo, a definição utilizada é a partir da apresentada pela metodologia IDEF0 que, estende o conceito de processo para: “a transformação de entradas (*inputs*) orientadas por controles (*controls*) em saídas (*outputs*), usando recursos (*mechanisms*)”. (MARANHÃO, 2004)

A escolha desta ferramenta para a classificação dos fatores deveu-se ao fato desta ser específica para a modelagem de processos. A sigla IDEF significa *Integration Definition for Function Modeling* (definição integrada para modelagem de funções), e a versão 0 é destinada à modelagem de funções e processos. Trata-se de uma linguagem gráfica (Figura 4. 1) padronizada e documentada (MARANHÃO, 2004) que compõe-se de estruturas gráficas (caixas e setas), documentação das definições dos processos (tratadas como objetos) e métodos padronizados (representação, desdobramentos, relações, etc.)

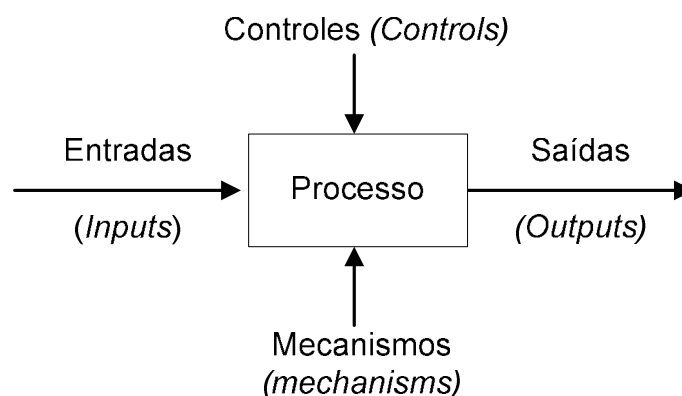


Figura 4. 1: Representação gráfica da metodologia IDEF0
Fonte: Adaptado de Maranhão (2004)

A norma ISO/TR 14177:1994, que também trata da classificação da informação da indústria da construção, utiliza-se do conceito de processo dado pela metodologia IDEF0 apenas associando ao item controles o caráter de restrição. Esta norma classifica as informações da construção de acordo com a metodologia IDEF0, ou seja, pela gestão de processos.

A ISO PAS12006-2 e o projeto CDCON, derivado desta, contribuem para a classificação através da sua estrutura de classes que associa as informações da construção à gestão de processos.

Lista de classes da ISO PAS 12006-2:

- Produtos da construção: projeto, edificação, resultado de trabalho, elementos da construção entre outros. Estas classes, na gestão de processos, referem-se às **saídas** e também às **entradas**, visto que estas podem ser resultados de processos anteriores;
- Processos da construção: processos gerenciais, processo de trabalho, processo de projeto, processo de construção. É a ação ou o **processo** em si;
- Recursos da construção: estas classes, dentro da metodologia IDEF0, podem pertencer a vários de seus itens;
 - produto da construção, estão associados às **entradas** e **saídas**;
 - agentes da construção, estão relacionados aos recursos humanos e, portanto, aos **agentes e meios** no IDEF0;
 - meios da construção, são os equipamentos e os recursos artificiais e estão associados aos **agentes e meios**;
 - informação da construção, classe associada às **restrições**.

Baseada nestas associações, a classificação dos fatores da construtibilidade seguirá estes parâmetros de acordo com a Figura 4. 2:

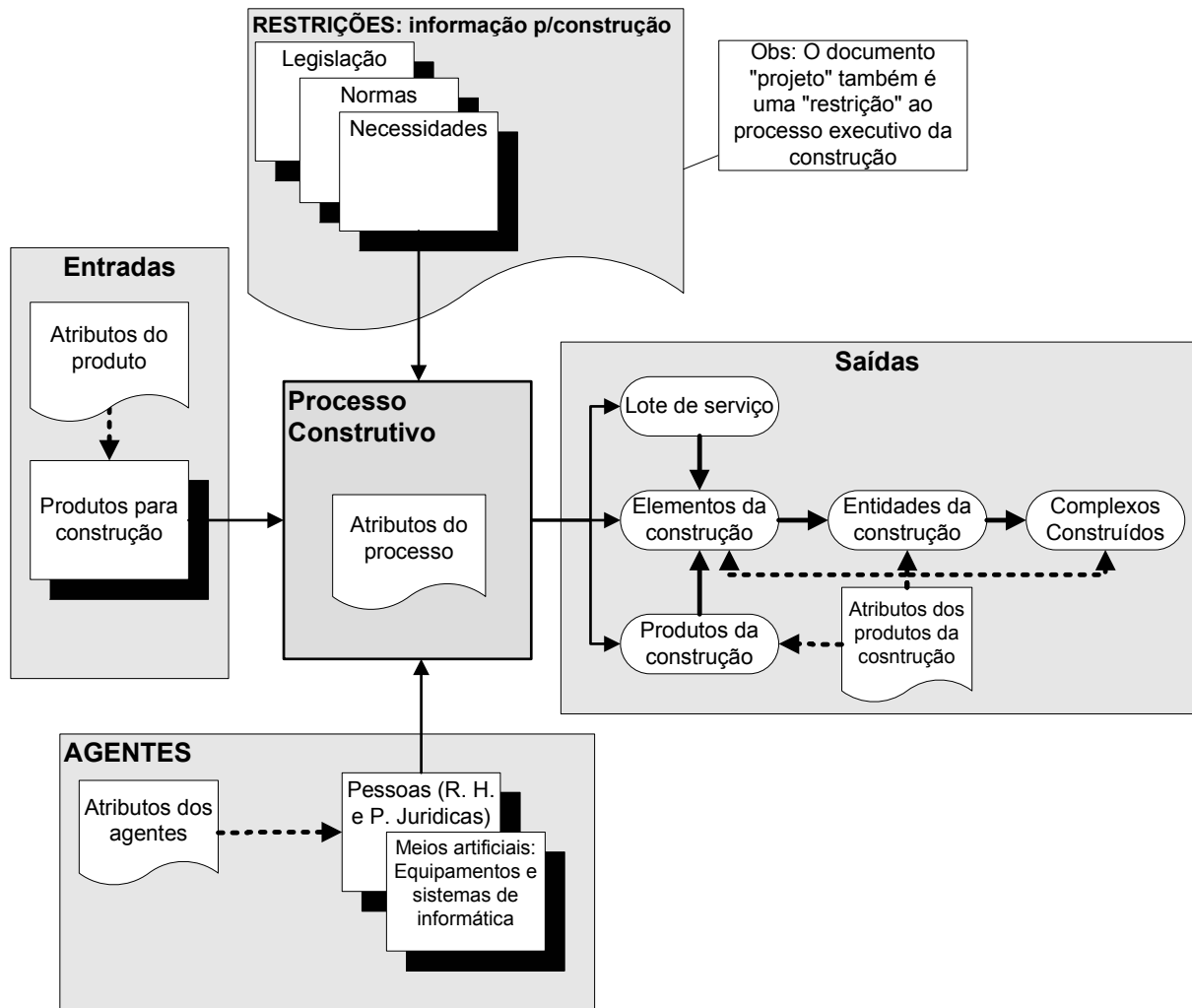


Figura 4. 2: Esquema de processo
Fonte: CDCON (2003)

- **Entradas:** resultados de processos anteriores incorporados de informações, estes podem ser materiais ou não-materiais (informação). Materiais e componentes pertencem a esta classificação;
- **Restrições:** constituem o controle do processo. Requisitos do usuário e proprietário⁴², processos de gestão, projetos, normas e legislação e, características do sitio possuem caráter de restrição, pois são fatores que delimitam o projeto;
- **Agentes e meios:** recursos utilizados para a transformação das entradas, podem ser humanos, materiais ou tecnológicos (mão de obra e equipamentos);

⁴² Neste trabalho o termo proprietário refere-se ao interveniente financiador da obra ou o maior acionista. Como o estudo refere-se ao mercado imobiliário de edificações, esse pode ser o incorporador ou o construtor.

- Saídas: resultado do processo. Podem ser resultados de transformações físicas (produção) ou de informação (gerencial). Neste caso estes resultados são os atributos da construção, ou seja, a construtibilidade, que está diretamente relacionada com a qualidade do produto.

4.1.2 Classificação dos fatores da construtibilidade baseada na metodologia IDEF0

A classificação dos fatores que afetam a construtibilidade é etapa fundamental para o desenvolvimento desta metodologia, visto que é necessário tratar estes fatores de maneira sistematizada a fim de eliminar as ambigüidades já encontradas na bibliografia pesquisada.

A partir da primeira lista foi feita uma primeira classificação, procurando condensar a ambigüidades e desdobrar os fatores mais genéricos.

NÍVEL	FATORES
ENTRADAS (materiais e componentes)	<ul style="list-style-type: none"> • Pré-fabricação • Pré-montagem • Modulação • Simplificação da especificação
RESTRIÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento do projeto • Entrega do projeto • Estratégia de contratação • Arranjo contratual • Gerenciamento de riscos • Parcelamento dos lotes de serviço • Plano de trabalho (mão de obra) • Acesso ao canteiro • Layout do canteiro • Layout das estruturas • Acesso para operação, instalação, manutenção e reposição • Seqüência de execução • Gerenciamento da organização da construção ou plano de gerenciamento da construção • Segurança no canteiro • Segurança da mão-de-obra • Técnicas construtivas • Facilidade de operação / operabilidade • Facilidade de manutenção / “manutenibilidade” • Gestão da qualidade • Gerenciamento de materiais • Escolha de fornecedores • Comunicação entre os intervenientes
AGENTES E MEIOS (mão de obra e equipamentos)	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de montagem de equipamentos • Disponibilidade e aquisição de equipamentos e materiais • Localização dos equipamentos

Quadro 4. 1: Classificação dos fatores da construtibilidade listados pelo CMC (1991)
Fonte: adaptado de CMC (1991)

Em uma análise preliminar, esta classificação, tal qual os fatores foram apresentados mostrou-se incompleta e ambígua. Os fatores Simplificação da Especificação, Facilidade de Operação, Facilidade de Manutenção, Escolha de Fornecedores e Disponibilidade e, Aquisição de Equipamentos e Materiais possibilitaram mais de uma alocação, ou seja, poderiam pertencer a mais de um item. Quanto ao fato deste quadro se apresentar incompleto, verifica-se que nas Entradas não são contempladas as questões relativas à disponibilidade de fornecimento destes itens, o seu tratamento em si (manuseio, transporte, recebimento), sustentabilidade e reciclagem. Estas últimas, objeto de legislação

específica⁴³. Da mesma forma, em Agentes e Meios, os fatores não contemplam todas as questões relativas aos equipamentos (manutenção, operação, consumo, entre outros) e nem mencionam as relativas à mão de obra (disponibilidade, remuneração, qualificação). Por outro lado, nas Restrições são colocados todos os fatores que se referem aos processos de gestão (projetos, construção, materiais, contratos) requisitos do proprietário (gerenciamento de riscos), porém não é abordada a questão do usuário final. Esta é uma questão importante, pois se tratando de qualidade, todos os intervenientes devem estar inseridos no contexto, especialmente o cliente final. Neste item, devido a uma grande variedade de fatores que tratam de diferentes questões, há a necessidade de classificá-los em novos níveis abaixo deste.

Através de uma análise de pertinência destes fatores em relação aos processos contidos no empreendimento, se chegou a uma listagem de fatores baseados na classificação da gestão de processos:

⁴³ Resolução 387 de 24 de maio de 2005, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da cidade do Rio de Janeiro: “disciplina a apresentação de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, e estabelece nova condição para o licenciamento de obras na cidade” (SMAC, 2005). Resolução CONAMA 307 de 5 de julho de 2002, “estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais”. (MMA, 2002)

I. ENTRADAS	I.1. Materiais e componentes
	I.1.1. Disponibilidade local
	I.1.2. Montagem
	I.1.3. Pré-fabricação
	I.1.4. Segurança ambiental e de saúde
	I.1.5. Sustentabilidade
	I.1.6. Embalagem
	I.1.7. Transporte
	I.1.8. Manuseio
II. RESTRIÇÕES	II.1. Do usuário
	II.1.1. Adequação ao uso
	II.1.2. Satisfação e estética
	II.1.3. Facilidade de operação
	II.1.4. Facilidade de manutenção
	II.2. Do proprietário
	II.2.1. Rentabilidade (volume de venda, velocidade de venda)
	II.2.2. Fluxo de caixa
	II.2.3. Risco de investimento
	II.3. Do local
	II.3.1. Topografia
	II.3.2. Geologia
	II.3.3. Acessibilidade viária
	II.3.4. Fatores climáticos
	II.4. De processos
	II.4.1. Gestão da qualidade (SGQ)
	II.4.2. Gestão de contratos
	II.4.3. Gerenciamento do projeto (concepção)
	II.4.4. Gerenciamento de materiais
	II.4.5. Aquisição
	II.4.6. Acessibilidade para instalação de equipamentos na estrutura
II.4.7. Gerenciamento da construção	
II.5. De legislação	
II.5.1. Ambientais	
II.5.2. Uso do solo (municipal /de obras /urbanística)	
II.5.3. Trabalhistas	
III. AGENTES E MEIOS	III.1. Mão de obra
	III.1.1. Disponibilidade
	III.1.2. Remuneração
	III.1.3. Qualificação
	III.2. Equipamentos
	III.2.1. Demanda de qualificação (mão de obra)
	III.2.2. Disponibilidade / fornecimento
	III.2.3. Facilidade de operação
	III.2.4. Layout dos equipamentos no canteiro
	III.2.5. Consumo de energia

Quadro 4. 2: Classificação final dos fatores que afetam a construtibilidade
 Fonte: autora, adaptado (AMORIM, 2004; CMC, 1991)

II. RESTRIÇÕES	II.4. De processos
	II.4.3. Gerenciamento do projeto (concepção)
	II.4.3.1. Modulação
	II.4.3.2. Compatibilização entre os projetos
	II.4.3.3. Padronização (do projeto, de detalhes,...)
	II.4.3.4. Especificações
	II.4.3.5. Documentos (qualidade das plantas)
	II.4.3.5.1. Legibilidade das plantas
	II.4.3.5.2. Compatibilidade entre as plantas
II.4.3.5.3. Padronização do CAD	

Quadro 4. 3: Desdobramento do item II.4.3

II. RESTRIÇÕES	II.4. De processos
	II.4.7. Gerenciamento da construção
	II.4.7.1. Layout do canteiro
	II.4.7.2. Recursos no canteiro: água, gás, energia elétrica
II.4.7.3. Seqüência de execução	

Quadro 4. 4: Desdobramento do item II.4.7

Esta lista de fatores procurou abranger a maioria das questões observadas no processo de desenvolvimento da edificação. Os maiores acréscimos ocorreram em Restrições, onde foram criados os seguintes sub-níveis:

- Restrições do Usuário, onde são relacionados os requisitos do usuário final ou o adquirente do imóvel, no caso dos empreendimentos imobiliários de edificações residenciais;
- Restrições do Proprietário, neste caso o proprietário é o financiador ou o maior acionista do empreendimento, pode ser tanto o incorporador como o construtor. Neste item, são abordados os requisitos relacionados às questões financeiras do empreendimento, ou seja, aquelas questões que justificam a realização do empreendimento para o empreendedor;
- Restrições do local, consistem nos fatores relacionados ao sítio ou local do empreendimento. São abordadas as características físicas do terreno e a sua localização;
- Restrições de processos, são todos os processos relacionados ao processo construtivo. Estão incluídos os fatores pertinentes ao SGQ, à gestão de contratos, ao gerenciamento da construção, à gestão de materiais e aquisição e à gestão de projetos. Cabe ressaltar que para a pesquisa de campo foram desdobrados os itens gerenciamento de

projeto (II.4.3 - Quadro 4. 3) e gerenciamento da construção (II.4.7 - Quadro 4. 4) em função de sua relevância;

- Restrições de legislação, estão envolvidos todos os fatores relativos às normas, legislações e regulamentações.

Destaca-se que, segundo a classificação proposta pelo CDCON (2003), as restrições são documentos da construção e estes, por sua vez, devem ser documentados (AMORIM, 2004).

Esta estrutura proposta servirá de ponto de partida para a aplicação do questionário que avaliará como os fatores são considerados pelas empresas construtoras. Entretanto, serão acrescentados nestas entrevistas os fatores que são observados pelos profissionais envolvidos no setor.

4.2 ORDENAÇÃO DOS FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE

Como foi apresentada anteriormente, a construtibilidade ou a qualidade da solução construtiva é consequência da ação e da interação de diversos fatores. Entretanto há a necessidade de relacioná-los de forma ordenada para que se compreenda esta relação de causalidade ou causa e efeito. Para isto, foi utilizado o Diagrama de Causa e Efeito ou de Ishikawa.

4.2.1 Ordenação dos fatores da construtibilidade baseada no Diagrama de Causa e Efeito (DCE) ou de Ishikawa

O Diagrama de Causa e Efeito (DCE) é uma ferramenta utilizada quando existe a “necessidade de identificar, explorar e ressaltar todas as causas possíveis de um problema ou condição específicos” (BRASSARD, 2002). Sua configuração gráfica possibilita visualizar os fatores / causas ordenados por categoria que venham a demandar para este efeito.

As causas são agrupadas em categorias, que usualmente são as 4M (Figura 4. 3): método, mão-de-obra, material e máquina; e 4P (Figura 4. 4): política, procedimento, pessoal e planta. Estas categorias, por sua vez, podem ser desmembradas em causas secundárias (BROCKA & BROCKA, 1994).

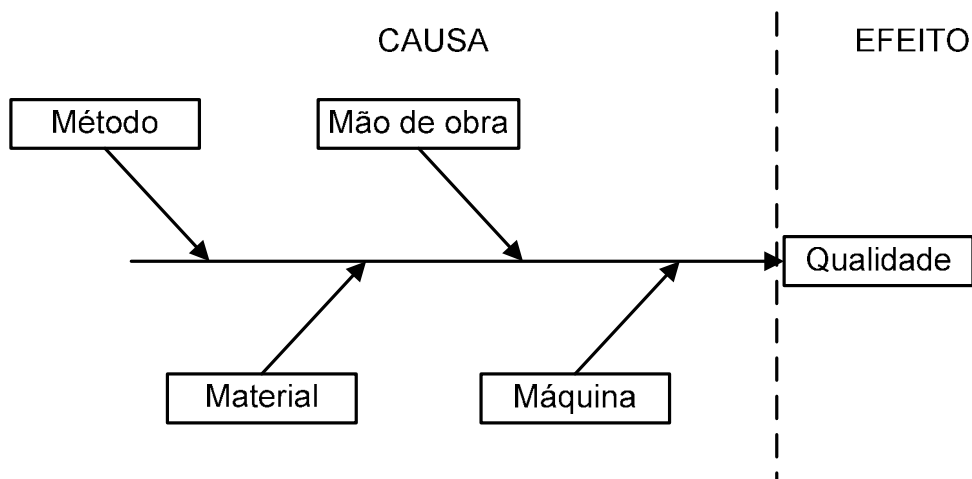


Figura 4. 3: Diagrama de causa e efeito 4M
Fonte: adaptado de Brassard (2002)

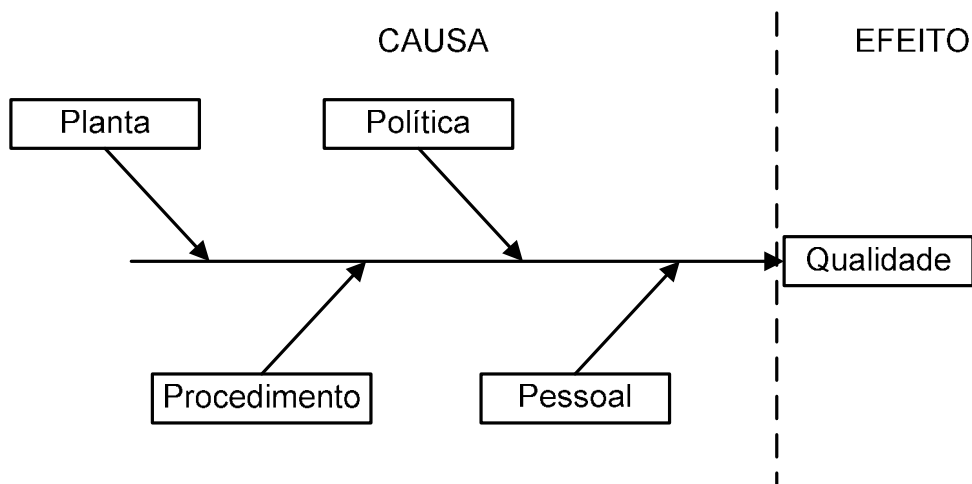


Figura 4. 4: Diagrama de causa e efeito 4P
Fonte: adaptado de Brassard (2002)

Devido às suas características de ordenação e relação de causalidade, o DCE apresenta-se como ferramenta conveniente para estruturar os fatores que afetam a construtibilidade. Entretanto, deve-se considerar que as suas estruturas básicas (4M e 4P) são limitadas por não contemplarem algumas questões da gestão de processos, especialmente os relativos às entradas e restrições.

Desta forma, as categorias que compõem a sua estrutura básica foram relacionadas de acordo com a classificação feita anteriormente baseada na gestão de processos. Em um primeiro nível elas configuraram a estrutura da Figura 4. 5:

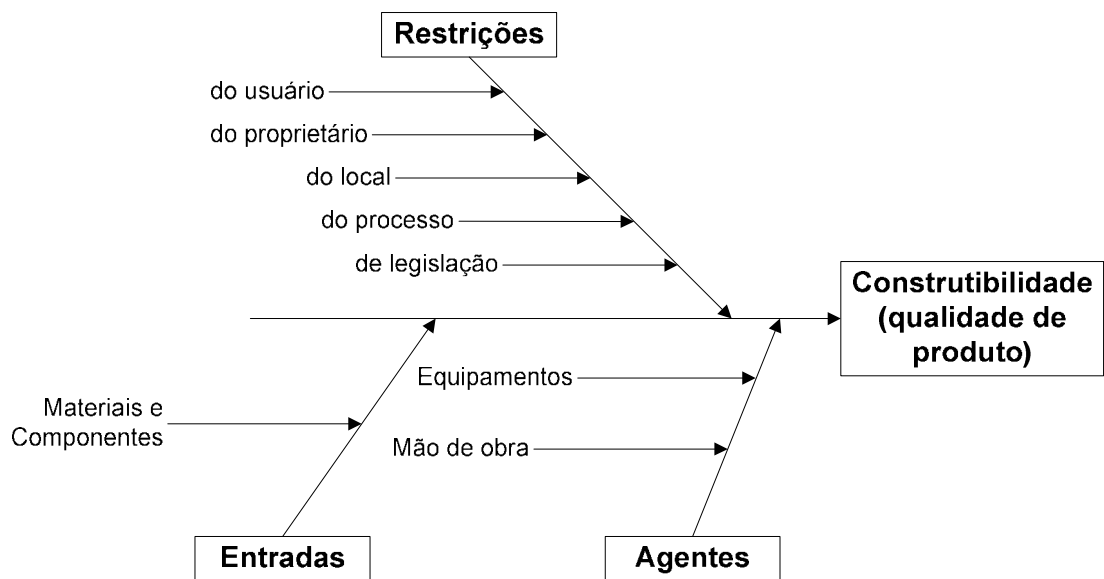


Figura 4. 5: Diagrama de causa e efeito baseado na abordagem de processo
 Fonte: adaptado de Amorim (2004)

Ao se desdobrar os níveis de acordo com a classificação proposta, a estrutura configurou na Figura 4. 6:

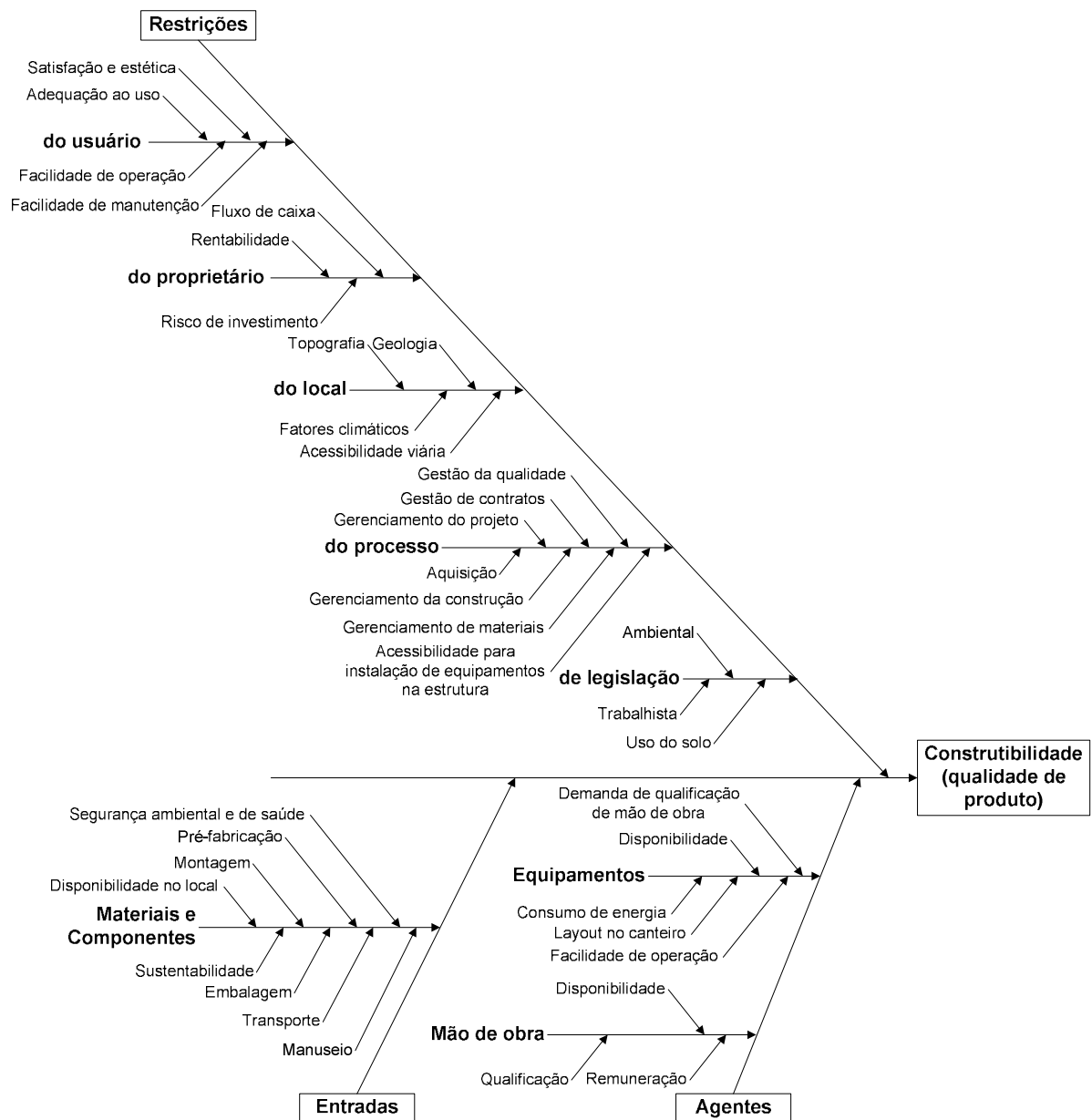


Figura 4. 6: Desdobramento do diagrama de causa e efeito
 Fonte: adaptado de Amorim (2004)

Esta estrutura demonstrou ser eficiente para a ordenação dos fatores, entretanto se limita somente a esta função. É necessário, na próxima etapa, utilizar mecanismos para estabelecer as interações ou as correlações entre os fatores. A ponderação destes também é um passo importante, visto que existe o risco de tratar de maneira igual questões que podem apresentar comportamentos e pesos diferentes (AMORIM, 2004). Importante ressaltar que essa valoração será tratada por empreendimento, dadas as circunstâncias de individualização, como por exemplo, os fatores que variam de acordo com o tipo e o local do empreendimento.

4.3 CORRELAÇÕES ENTRE OS FATORES E AS RELAÇÕES DE CAUSALIDADE

Estabelecer as interações e as correlações entre os fatores é de suma importância para se trabalhar com a análise dinâmica. Esta ferramenta, que tem como propósito verificar o comportamento das variáveis dentro do sistema, apresenta-se coerente para se analisar os impactos dos diversos fatores dentro do processo de projeto e no seu resultado final que é o edifício.

Ao se determinar estas relações, torna-se possível identificar as relações de causalidade entre eles e assim traçar o modelo de análise dinâmica.

4.3.1 Relações de causalidade

As relações de causalidade representam o relacionamento entre variáveis (AMARAL, 2003), que no caso desta pesquisa são identificados pelos fatores que afetam a construtibilidade.

Quando existe influência entre estes fatores, ela pode ser no mesmo sentido ou não. No caso da influência ser no mesmo sentido, atribui-se um sinal positivo na relação, ou seja, quando uma variável aumenta, a que é influenciada por ela também aumenta ou, quando uma diminui, a outra também diminui. Como exemplo, nos fatores da construtibilidade, pode-se inferir a relação entre a crescente satisfação do usuário e a melhoria da rentabilidade para o proprietário, pois o fator satisfação afetará nas vendas do empreendimento devido à boa imagem deste e da empresa (Figura 4. 7). Assim quanto menor a satisfação do usuário, menor será a rentabilidade, pois uma imagem negativa do empreendimento ocasionará menos vendas (Figura 4. 8).

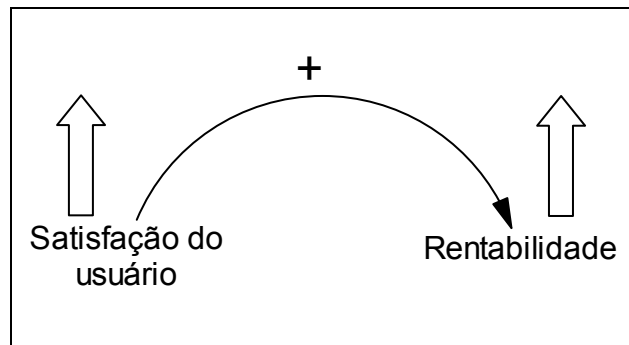


Figura 4. 7: Relação de causalidade no mesmo sentido (a rentabilidade aumenta juntamente com a satisfação do usuário)

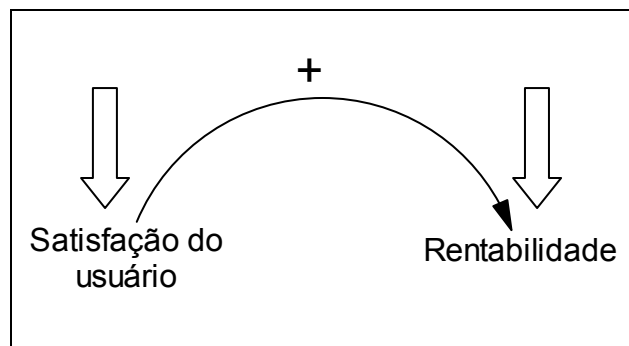


Figura 4. 8: Relação de causalidade no mesmo sentido (a rentabilidade diminui juntamente com a satisfação do usuário)

Com isso, pode se concluir que esta relação é no mesmo sentido e por isso atribui-se o sinal positivo à relação.

Por outro lado, quando há uma relação inversa, onde o aumento de uma variável ocasiona a diminuição da outra, ou vice-versa, atribui-se à relação um sinal negativo. Como exemplo, utilizando os fatores da construtibilidade consumo de energia de equipamentos e rentabilidade, hipoteticamente, quando o primeiro aumenta o segundo diminui, principalmente devido ao fato do consumo de energia no canteiro aumentar os custos da obra, o que reflete na rentabilidade e lucro desta (Figura 4. 9). Conseqüentemente, quando diminui-se o consumo de energia aumenta-se a rentabilidade pelo mesmo motivo (Figura 4. 10).

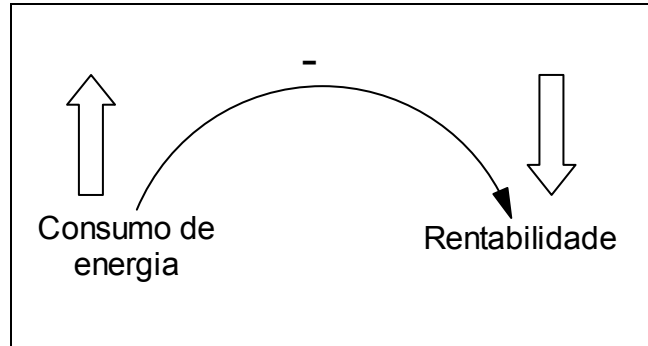


Figura 4. 9: Relação de causalidade em sentidos opostos (a rentabilidade diminui na medida em que o consumo de energia aumenta)

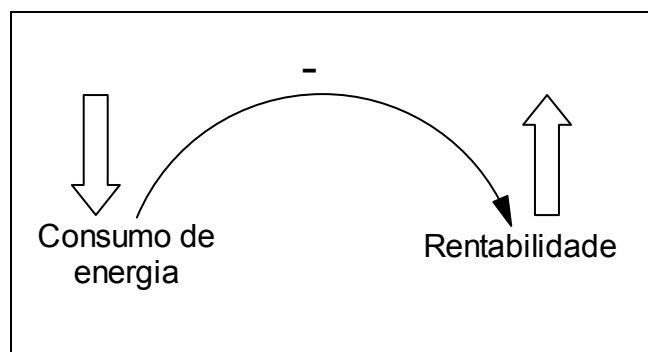


Figura 4. 10: Relação de causalidade em sentidos opostos (a rentabilidade aumenta na medida em que o consumo de energia diminui)

Segundo Amaral (2003), as duas relações são chamadas, respectivamente, de relação de causalidade positiva, representada por uma seta com o sinal “+” e, relação de causalidade negativa, representada por uma seta com o sinal “-“. Sendo a primeira relação diretamente proporcional e a segunda inversamente proporcional.

No caso de não existir influência entre fatores, esta é considerada neutra, não existindo representação.

4.3.2 Matriz correlacional

A matriz correlacional tem como objetivo permitir a análise das interações entre os fatores, baseada nas relações de causalidade entre eles. Dada a quantidade de fatores e suas respectivas subdivisões, optou-se por restringir apenas ao segundo nível de classificação a divisão da matriz (Quadro 4. 5).

		entradas materiais e compo- nentes	restrições				agentes e meios	
			do usuário	do proprie- tário	do local	de processos	de legisla- ção	mão de obra
entradas	materiais e componentes							
	do usuário							
restrições	do proprie- tário							
	do local							
	de processos							
	de legis- lação							
	mão de obra							
agentes e meios	equipa- mentos							

Quadro 4. 5: Matriz correlacional
Fonte: autora, adaptado (AMORIM, 2004)

O tratamento das relações detalhado no estudo de caso no capítulo 5 será baseado em Amorim (2004), onde estão estabelecidas graduações de +1, para relações de causalidade positiva; -1, para as relações de causalidade negativa e; 0, onde não existem relações de influência entre os fatores. Para este trabalho esta graduação foi desmembrada, levando em consideração que existem vários graus de relação. Sendo assim, as graduações ficaram em 2, onde a influência entre fatores é forte; 1, onde esta influência é fraca e; 0 para onde não há influência ente fatores.

Com isso as interações ou correlações entre fatores, ou as relações de causalidade ou influências entre fatores serão mensuradas da seguinte maneira:

Graduação	Significado
-2	Relação de causalidade negativa forte
-1	Relação de causalidade negativa fraca
0	Não há relação de causalidade ou influência entre fatores
+1	Relação de causalidade positiva fraca
+2	Relação de causalidade positiva forte

Quadro 4. 6: Graduação das relações de causalidade
Fonte: adaptado de Amaral (2003).

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 4

Esta etapa da pesquisa tinha como objetivo classificar e ordenar os fatores que serão utilizados na pesquisa de campo além de elaborar a matriz correlacional para tratar as interações e influências entre fatores.

Os fatores da construtibilidade foram listados e classificados utilizando os preceitos da gestão de processos, juntamente com a ferramenta IDEF0, ISO PAS 12006-2 e a proposta do projeto CDCON. Em seguida foram ordenados (no segundo nível) com o uso da ferramenta da qualidade Diagrama de Causa e Efeito. Isto gerou um quadro que servirá para compor o questionário a ser aplicado nas empresas.

Foram, também, apresentados os conceitos de relação de causalidade e os critérios para aplicá-los na pesquisa de campo. Com isso, foi elaborada a matriz correlacional cujos dados subsidiarão o modelo de análise dinâmica (dinâmica dos sistemas) que irá compor o procedimento para avaliação do projeto.

5 PESQUISA DE CAMPO EXPLORATÓRIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Classificados e ordenados os fatores e conseqüentemente delimitado o formato da matriz correlacional, o próximo passo é o da pesquisa de campo exploratória com as empresas construtoras. Nesta etapa são buscadas nas construtoras as evidências de como estes fatores são tratados e como se correlacionam no processo de projeto. Estes dados ainda serão utilizados para exemplificar o modelo dinâmico.

A pesquisa de campo, segundo Barros e Lehfeld (1986), tem como propósito colocar o pesquisador em contato com o seu objeto de estudo, ou seja, observá-lo. A coleta de dados precisa de objetivos pré-estabelecidos para ser realizada a fim de que não se colete informações desnecessárias. Questionários e entrevistas são ferramentas freqüentemente utilizadas pelo pesquisador na busca deste tipo de informação. Optou-se por este tipo de pesquisa devido à necessidade de buscar informações sobre os fatores da construtibilidade no universo pesquisado e adaptar esta teoria para a realidade local para aplicá-la no desenvolvimento da ferramenta de validação de projetos.

Contudo, é importante destacar que serão buscadas apenas evidências, e não dados amostrais, sobre os fatores da construtibilidade. Isto ocorre devido às limitações da amostra (6 empresas), ao universo a ser estudado (construtoras do Grande Rio) e ao prazo disponível para a realização desta pesquisa. Porém, esta amostra tende a satisfazer a proposta desta pesquisa, pois o que se pretende desenvolver é uma metodologia de avaliação do projeto aplicável à validação de projetos. Para estudos futuros, é sugerida a ampliação da amostra objetivando a obtenção de dados estatisticamente significativos.

A pesquisa de campo buscará, especificamente, os pesos ou graus de importância dos fatores da construtibilidade e as correlações existentes entre eles, sendo que estas correlações seguirão os critérios do item 4.4.2 do capítulo 4. Assim, de posse destes dados torna-se possível montar a matriz correlacional e aplicá-la no modelo de análise dinâmica.

Por fim, será apresentada a teoria da dinâmica dos sistemas, que constitui a análise dinâmica e, elaborado o diagrama de enlace causal, que é o primeiro passo para o modelo de análise dinâmica. Não é o objetivo desta pesquisa aprofundar-se na teoria da dinâmica dos sistemas e nem elaborar um modelo completo com simulação pelo fato de tratar-se de tema extenso objeto de outra pesquisa de dissertação.

5.1 DELIMITAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi selecionada dentro do universo das construtoras do Grande Rio participantes da Comissão de Materiais, Tecnologia, Produtividade e Qualidade (COMAT) do Sinduscon-RJ, que possuem certificação pelo PBQP-H ou pela NBR ISO 9001:2000 e que atuam na construção de edificações para o mercado imobiliário. Optou-se por buscar as empresas através destas reuniões pela sua facilidade de contato e pela homogeneização da amostra. De acordo com Barros e Lehfeld (1986), esta é uma amostra intencional ou de seleção racional, pois foi escolhida de acordo com uma estratégia, que neste caso é a certificação de seus SGQ, contudo não sendo considerada como uma amostra representativa deste universo..

Para buscar a adesão das construtoras, foi realizada uma apresentação na COMAT sobre o tema da pesquisa e o que se pretendia obter na pesquisa de campo. Posteriormente foram enviadas mensagens eletrônicas às construtoras participantes da comissão reiterando o convite. Desta iniciativa, 6 empresas demonstraram interesse em participar.

5.2 QUESTIONÁRIO PARA A COLETA DE DADOS

A etapa de coleta de dados, “que é a fase da pesquisa em que se indaga e se obtém dados da realidade pela aplicação de técnicas” (BARROS e LEHFELD, 1986), foi realizada por meio de questionário estruturado com perguntas fechadas. A escolha deste método deveu-se à natureza das informações que eram necessárias de serem obtidas e, que embora fossem de cunho qualitativo, necessitavam de uma delimitação numérica para fazer o tratamento estatístico.

O questionário foi elaborado com a finalidade de responder a duas questões fundamentais para a metodologia: (1) quais são os pesos ou graus de importância de cada fator e (2) se existem e quais são as correlações entre estes fatores. Definidas estas questões o questionário foi dividido em 2 partes pertinentes a estas duas questões.

5.2.1 Primeira etapa do questionário

A primeira parte do questionário corresponde à ponderação dos fatores. A graduação foi classificada em 6 notas que avaliavam a importância de cada fator para a construtibilidade dos empreendimentos realizados pela empresa entrevistada. Um espaço era aberto para que as empresas acrescentassem fatores que julgassem pertinentes ao seu processo de projeto. Esta graduação ficou classificada em:

- (0) não considerável
- (1) muito baixa
- (2) baixa
- (3) média
- (4) grande
- (5) muito grande

Estas notas eram dadas a todos os fatores já listados e classificados (Quadro 4.2, do item 4.1.2 do capítulo 4).

5.2.2 Segunda etapa do questionário

A segunda etapa do questionário refere-se à avaliação da correlação entre os fatores, onde era questionada a existência de influência entre eles, seus graus de influência e como era esta influência, conforme explicado no item 4.3.2 do capítulo 4 (Quadro 4. 6). É necessário ressaltar que esta avaliação deu-se no 2º nível de classificação dos fatores (conforme mostrado no Quadro 4. 5 do capítulo 4).

Para que fosse possível avaliar o segundo nível da classificação, foi necessário estabelecer parâmetros que direcionassem para o mesmo sentido o grupo de fatores. Entretanto, alguns itens precisaram ser avaliados no nível posterior (3º nível), devido à impossibilidade de agrupar por semelhança os seus fatores.

ENTRADAS
Materiais e componentes:
<ul style="list-style-type: none"> • maior disponibilidade local • maior facilidade de montagem • uso eficaz da pré-fabricação • maior preocupação com a segurança ambiental e de saúde • maior preocupação com a sustentabilidade • maior facilidade de desembalar • maior facilidade de transportar • maior facilidade de manusear • maior facilidade de recebimento

Quadro 5. 1: Parâmetros para avaliação de correlação entre fatores – ENTRADAS
Fonte: da autora

RESTRICÇÕES
Do usuário:
<ul style="list-style-type: none"> • maior adequação ao uso • maior satisfação e estética • maior facilidade de operação • maior facilidade de manutenção (por parte do usuário) • melhor preço de venda • melhor forma de pagamento
Do proprietário:
<ul style="list-style-type: none"> • melhor rentabilidade • aumento do fluxo de caixa • menor risco de investimento • maior facilidade de manutenção
Do local
<ul style="list-style-type: none"> • melhores condições topográficas • melhores condições geológicas • melhores condições de acessibilidade viária • melhores condições de fatores climáticos
De processos:
<ul style="list-style-type: none"> • maior eficiência e abrangência do SGQ • melhor arranjo contratual • melhor gerenciamento do projeto (concepção) • melhor gerenciamento de materiais (melhores condições

<p>de compra , eficácia nos prazos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • maior acessibilidade para instalação de equipamentos na estrutura • melhor gerenciamento da construção (melhor layout do canteiro, maior disponibilidade de recursos no canteiro, maior eficácia da segurança do trabalho, melhor seqüência de execução)
De legislação:
<ul style="list-style-type: none"> • maior exigência na legislação ambiental • maior exigência na legislação Uso do solo (de obras /urbanística) • maior exigência na legislação Trabalhista

Quadro 5. 2: Parâmetros para avaliação de correlação entre fatores – RESTRIÇÕES
Fonte: da autora

AGENTES E MEIOS
Mão de obra:
<ul style="list-style-type: none"> • maior disponibilidade • maior remuneração • melhor qualificação
Equipamentos:
<ul style="list-style-type: none"> • maior demanda de qualificação de mão de obra para operar os equipamentos • maior disponibilidade de fornecimento • maior facilidade de operação • maior facilidade de manutenção • melhor arranjo do layout dos equipamentos no canteiro • maior consumo de energia

Quadro 5. 3: Parâmetros para avaliação de correlação entre fatores - AGENTES e MEIOS
Fonte: da autora

Os itens “maior disponibilidade”, “maior remuneração” e “melhor qualificação”, de Mão de Obra, em Agentes e Meios, foram avaliados separadamente em vista da não semelhança entre eles.

Em Equipamentos (Agentes e Meios), os itens “maior demanda de qualificação de mão de obra para operar os equipamentos” e “maior consumo de energia” foram avaliados separadamente devido ao mesmo fato de não apresentarem semelhança ou similaridade entre si.

A estrutura das perguntas para esta etapa do questionário deveria direcionar o entrevistado a fornecer respostas que pudessem ser convertidas na graduação do item 4.3.2 do capítulo 4, pois o seu objetivo era o preenchimento da matriz correlacional. Com isso, as questões pertinentes às correlações entre fatores foram divididas em 3 perguntas, com os seguintes propósitos:

- 1ª pergunta: questionar sobre a existência de influência entre fatores, limitando a resposta entre sim ou não;

- 2ª pergunta: ocorre no caso da resposta da 1ª pergunta ser positiva (sim), questiona sobre a intensidade desta influência, limitando a resposta entre forte ou fraca, e;
- 3ª pergunta: seguinte à 2ª pergunta, questiona sobre o sentido desta influência, baseada na teoria da relação de causalidade, já descrita no capítulo 4.

Na conversão das respostas para o preenchimento da matriz correlacional, foi arbitrada a proposta no Quadro 4. 6 do item 4.3.2 do capítulo 4:

Resposta da 1ª pergunta	Resposta da 2ª pergunta	Resposta da 3ª pergunta	Gradação
sim	forte	não	-2
sim	fraca	não	-1
não	-	-	0
sim	fraca	sim	+1
sim	forte	sim	+2

Quadro 5. 4: Conversão para as respostas do questionário
Fonte: adaptado de Amaral (2003)

5.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A aplicação do questionário ocorreu entre os meses de março e abril de 2005. Foi dividida em três etapas onde: a primeira constituiu na aplicação de um questionário piloto em uma empresa com o objetivo de detectar falhas em sua estrutura; a segunda foi a sua aplicação nas 5 empresas restantes, em caráter definitivo e; a terceira configurou em sua re-aplicação para esclarecer algumas questões que ficaram pendentes na rodada anterior.

5.3.1 Questionário Piloto

Este questionário foi aplicado em empresa contida no universo das 6 que aderiram à pesquisa. O caráter desta etapa era de testar a eficácia e clareza do questionário e detectar possíveis falhas.

A empresa caracteriza-se como construtora e incorporadora de empreendimentos imobiliários residenciais para o setor privado. Possui certificação pelo PBQP-H no nível B e está em processo de mudança para o nível A. Também está em processo de certificação pela NBR ISO 9001:2000.

Pelo motivo do questionário possuir o caráter de testes e esta etapa restringir-se somente na sua avaliação, os dados obtidos não foram utilizados.

Quanto à avaliação do questionário, a 1ª parte referente aos graus de importância demonstrou ser satisfatório no processo de aplicação. O entrevistado compreendeu a estrutura da classificação dos fatores e a graduação que deveria atribuir a cada fator. O entrevistado também sugeriu a complementação de alguns fatores que foram aproveitados após enquadramento na estrutura de classificação.

Contudo, a 2ª parte do questionário apresentou falhas. A estrutura apresentou-se deficiente quanto a obtenção de informações, pois constituía-se apenas da matriz correlacional com a graduação da relação de causalidade a ser atribuída. A maior dificuldade foi determinar, na hora da entrevista, parâmetros para as análises de influências entre fatores. Com isso, esta necessidade acabou por gerar os parâmetros mencionados no item 5.2.2 deste capítulo e a estrutura das 3 perguntas para cada relação de influência ou correlação.

A aplicação do questionário piloto demonstrou ser de suma importância para a continuidade da pesquisa, pois as falhas foram detectadas e corrigidas e algumas questões foram aperfeiçoadas.

5.3.2 Aplicação do questionário reformulado

Após a sua reformulação, foram agendadas as visitas às 5 empresas restantes para que fosse realizada a coleta de dados. Entretanto, esta coleta não tinha como objetivo a extração de dados amostrais que refletissem o cenário do setor. A sua intenção era de buscar as evidências que permitissem subsidiar e embasar o desenvolvimento da metodologia para validação de projetos.

A etapa inicial da entrevista configurou-se na caracterização da empresa, somente para situar a amostra, onde se questionava sobre a sua atividade principal, área de atuação, certificação e desenvolvimento de projetos. Entretanto é importante ressaltar que esta etapa não tinha como objetivo obter informações sobre o processo

de projetos e a sua validação, sobretudo porque o seu propósito era somente focar nos fatores da construtibilidade.

	empresa A	empresa B	empresa C	empresa D	empresa E
funcionário entrevistado	gerente técnico	gerente de qualidade	arquiteta	gerente de planejamento	gerente de projetos e gerente de qualidade
construtora	X	X	X	X	X
incorporadora	X	-	-	X	-
área de atuação					
residencial privado	X	X	X	X	X
residencial público	-	-	-	-	-
comercial	-	X	X	X	X
outros	X	-	-	-	-
certificação					
ISO 9001:2000	X	X	-	X	X
PBQP-H	-	A	C-B	A	A
desenvolvimento de projetos					
interno	X	X	X	-	X
externo	X	X	X	X	X

Quadro 5. 5: Caracterização das empresas
Fonte: da autora

5.3.1.1 Empresa A

Atua na incorporação e construção de empreendimentos imobiliários residenciais do setor privado e na construção de hospitais. Possui certificação pela NBR ISO 9001:2000. Desenvolve seus projetos interna e externamente.

5.3.1.2 Empresa B

Construtora atuante no setor de empreendimentos imobiliários residenciais privados e comerciais (*shopping centers*). Possui certificação pela NBR ISO 9001:2000 e pelo PBQP-H no nível A. Possui setor de projetos que desenvolve e coordena os projetos internos e externos (serviços terceirizados).

5.3.1.3 Empresa C

Atua na construção de empreendimentos imobiliários residenciais privados e comerciais. Não possui certificação pela NBR ISO 9001:2000, porém está em

processo de mudança de nível no PBQP-H (do C para o B). Seus projetos são realizados dentro da empresa com alguns projetos complementares terceirizados.

5.3.1.4 Empresa D

Realiza a incorporação e construção de seus empreendimentos e atua no setor residencial privado e comercial (*shopping centers*). É certificada pela NBR ISO 9001:2000 e pelo PBQP-H no nível A. Realiza o planejamento de seus empreendimentos em setor interno à empresa, porém o desenvolvimento dos projetos é serviço terceirizado.

5.3.1.5 Empresa E

Construtora atuante no setor de empreendimentos imobiliários residenciais privados e comerciais. Possui certificação pela NBR ISO 9001:2000 e pelo PBQP-H (nível A). Realiza seus projetos tanto dentro da empresa como por meio de empresas terceirizadas (para projetos complementares). Esta entrevista foi dada pelos gerentes de projeto e de qualidade, que também é o responsável pelas obras, o que permitiu trazer diferentes pontos de vista sobre os fatores (visão do projeto e visão da execução).

5.3.1.6 Segunda rodada de aplicação do questionário

Após a primeira análise dos dados coletados, houve a necessidade de realizar uma segunda rodada de questionários onde foram elucidadas algumas questões. Foram divididas as questões referentes à qualificação e remuneração de mão de obra, pois estas no momento de estarem agregadas apresentavam dúvidas dos entrevistados quanto às respostas. Estas questões foram adicionadas ao questionário com a numeração pertinente ao item desmembrado mais um índice (*a*, *b* e *c*).

Esta segunda rodada foi realizada por meio de correio eletrônico devido ao fato dos entrevistados já estarem familiarizados com o modelo e da indisponibilidade de tempo para novas visitas.

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Depois de realizadas as aplicações dos questionários, foram feitas as compilações dos dados obtidos para posterior análise. A primeira análise é pertinente à primeira parte do questionário, onde são obtidas informações sobre os graus de importância dos fatores da construtibilidade e a segunda, conseqüentemente, aos dados referentes à matriz correlacional. Importante ressaltar que é considerado para a análise dos dados o 2º nível de classificação onde os dados são obtidos da média aritmética dos níveis subseqüentes. Isto é devido ao fato de serem estes utilizados no modelo de análise dinâmica.

5.4.1 Resultados da 1º parte do questionário

5.4.1.1 Entradas

- Materiais e componentes

Este item apresentou desvio padrão baixo, ou seja, as avaliações por empresas foram bastante semelhantes (Gráfico 5. 1). A média 3,2 revelou a avaliação de importância média aos seus fatores, ou seja, estes fatores são importantes para o processo de planejamento do empreendimento e de projeto destas empresas, porém não são determinantes.

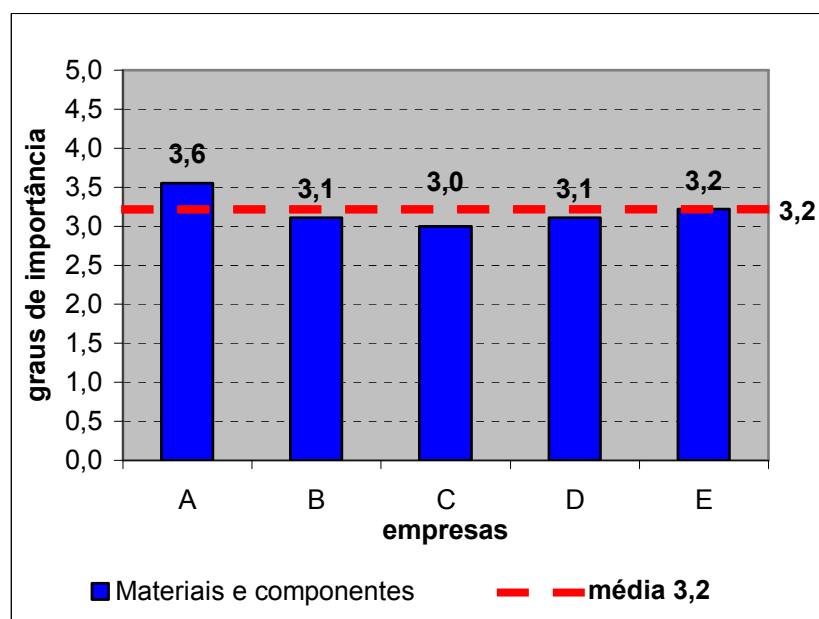


Gráfico 5. 1: Média dos graus de importância por empresa – ENTRADAS
Fonte: da autora

5.4.1.2 Restrições

- Do usuário

Estes fatores obtiveram avaliações de importância entre grande e muito grande (Gráfico 5. 2) e média de 4,3 (Gráfico 5. 3), o que reflete a grande importância destes fatores para as empresas. Com isso pode-se constatar a preocupação dessas com seu cliente final (o usuário), o que condiz com a Gestão da Qualidade.

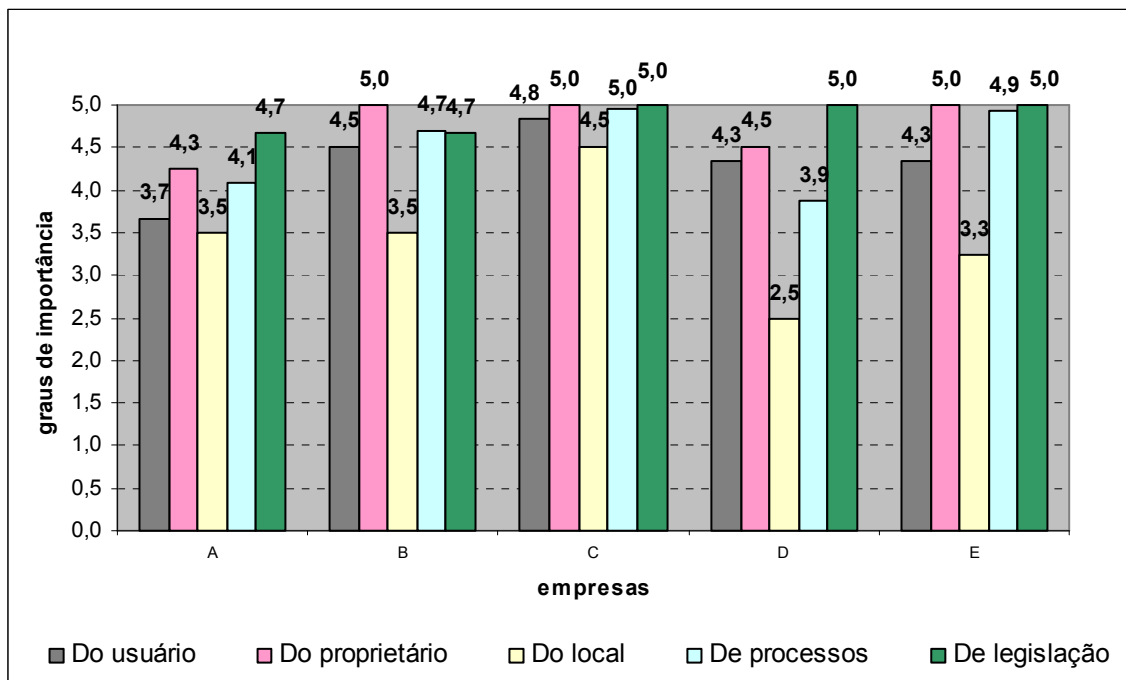


Gráfico 5. 2: Média dos graus de importância por tipo de restrição e por empresa –
RESTRIÇÕES
 Fonte: da autora

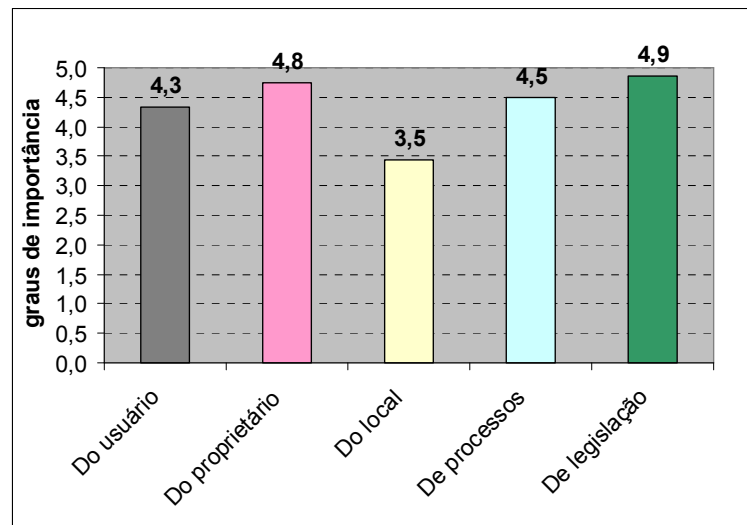


Gráfico 5. 3: Média das RESTRIÇÕES
Fonte: da autora

- Do proprietário

Foi o item com a 2ª maior avaliação, com média de 4,8 (Gráfico 5. 3), o que significa grande importância tendendo a muito grande. Os entrevistados revelaram que esta era a razão para se realizar um empreendimento, pois se estes requisitos não fossem atendidos, não haveria sentido em realizá-lo. Estes são fatores inerentes ao processo de planejamento de empreendimento.

- Do local

Das avaliações feitas nas restrições, este foi o único que tendeu a média importância (média de 3,5 - Gráfico 5. 3). Isso deveu ao fato destes serem fatores com maior flexibilidade de solução e possuem uma maior variabilidade de situações, como por exemplo: as características físicas dos terrenos são obstáculos que podem ser tratados com o avanço da tecnologia, ou; a falta de oferta de terreno é tida como fator inerente para os entrevistados e com isso não se “perde tempo” com ele no processo de planejamento.

- Dos processos

Todos os processos envolvidos no planejamento do empreendimento apresentaram avaliação de grande importância (média 4,5 - Gráfico 5. 3), especialmente por determinar como serão realizados seus empreendimentos e como serão refletidos os custos e a qualidade, de acordo com a avaliação das empresas.

- Das legislações

Foi o conjunto de fatores com maior avaliação por parte das empresas, com a importância muito grande (média 4,9 - Gráfico 5. 3). Estes são fatores inerentes ao processo de planejamento do empreendimento e necessitam serem seguidos sob o risco de invalidar todo o empreendimento.

5.4.1.3 Agentes e meios

- Mão de obra e equipamentos

Estes dois conjuntos de fatores obtiveram avaliação de média importância por parte das empresas (Gráfico 5. 4) e uma média geral similar entre eles. O que evidencia que, apesar de afetarem indiretamente os custos, prazos e a qualidade do empreendimento, as empresas não os consideraram fundamentais e determinantes.

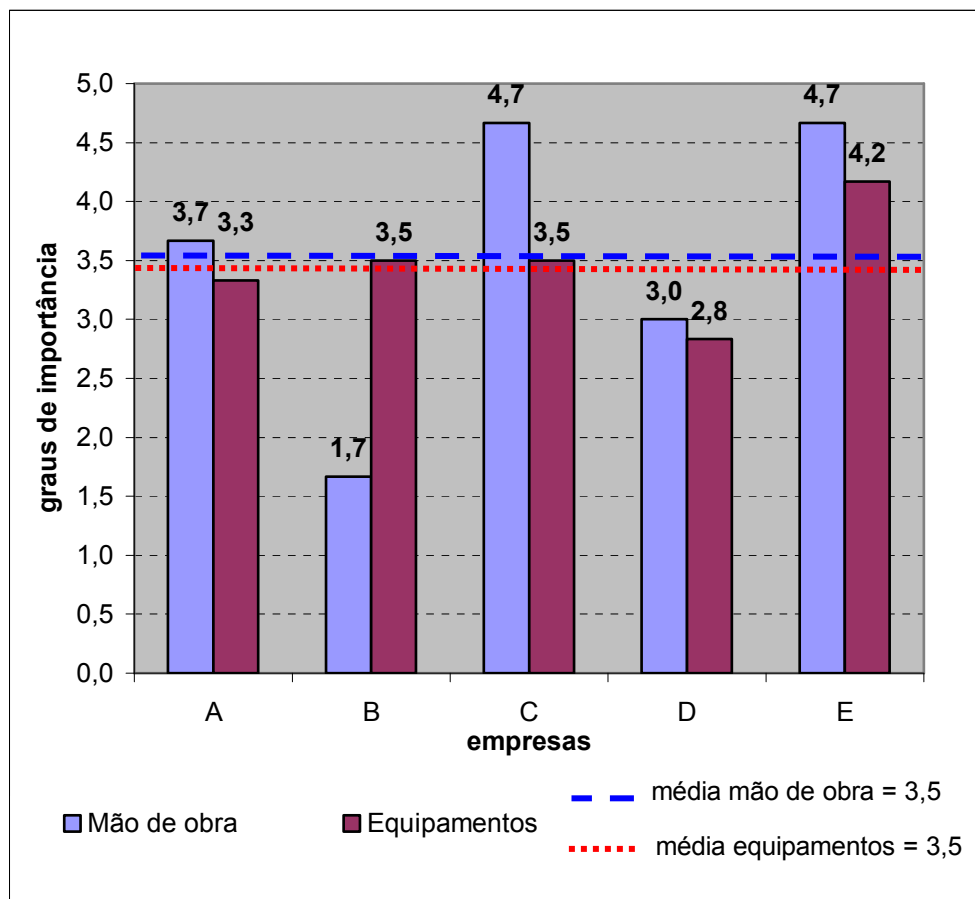


Gráfico 5. 4: Média dos graus de importância por empresa - AGENTES E MEIOS
 Fonte: da autora

Pôde-se constatar, dentro do limite desta pesquisa, que os requisitos mandatórios (do usuário, do proprietário e legislações) são realmente levados em consideração pelas empresas, ou seja., elas atribuem grande ou muito grande importância a eles no processo de planejamento de seus empreendimentos. Portanto, não é só importante fazer corretamente (produção), mas fazer corretamente o certo (produto).

Destaca-se que, como metodologia, esta etapa se propôs a realizar uma avaliação de fatores dentro do processo de planejamento do empreendimento, o que significa que estes resultados tenderão a variar de acordo com o empreendimento. Esses dados alimentarão a matriz correlacional, ou seja, atribuirão pesos ou graus de importância aos fatores correlacionados.

5.4.2 Resultados da 2ª parte do questionário

Esta etapa tinha como objetivo obter dados para que se montasse a matriz correlacional.

Arbitrou-se por atribuir resultados homogêneos àqueles que possuísem a mesma relação de causalidade ou neutralidade nos fatores por empresa e, por resultados heterogêneos àqueles que possuísem relações de causalidade diferentes em resultados por empresa (relações de causalidade positiva e negativa nas mesmas correlações). Devido ao fato dos dados obtidos representarem a realidade individual de cada empresa, optou-se por apenas destacar os resultados heterogêneos a fim de ilustrar que existem comportamentos diferenciados.

Correlações \ Empresas	A	B	C	D	E
Materiais X Disponibilidade de Mão de Obra	-1	-1	2	1	1
Restrições do Usuário X Restrições de Legislação	0	1	2	0	-2
Restrições do Proprietário X Restrições de legislação	-2	-2	2	-2	-2
Restrições do Proprietário X Remuneração da Mão de Obra	-1	-2	2	1	-2
Restrições do Proprietário X Demanda de Qual. de M.O. para Operar Equip.	2	-1	1	-1	1
Restrições do Local X Remuneração da Mão de Obra	-1	-1	0	0	2

Restrições do Local X Qualificação da Mão de Obra	-1	0	0	0	2
Restrições de Processos X Restrições de Legislação	-2	-2	2	-2	-2
Restrições de Processos X Remuneração da Mão de Obra	-1	2	2	1	0
Restrições de Processos X Consumo de Energia	0	0	1	-1	0
Restrições de Legislação X Remuneração da Mão de Obra	0	1	1	-2	-2
Restrições de Legislação X Qualificação da Mão de Obra	0	-1	1	2	2
Restrições de Legislação X Equipamentos	-1	-2	0	2	-2
Disponibilidade de Mão de Obra X Qualificação da Mão de Obra	-1	0	0	1	2
Disponibilidade de Mão de Obra X Demanda de Qual. de M.O. para Operar Equip.	1	0	-2	0	0
Qualificação de Mão de Obra X Equipamentos	-2	0	0	0	2
Demanda de Qual. de M.O. para Operar Equip. X Equipamentos	1	0	-1	-2	2
Demanda de Qual. de M.O. para Operar Equip. X Consumo de Energia	0	-2	0	1	0

Quadro 5. 6: Correlações com resultados heterogêneos.

Fonte: da autora

Ao destacar os resultados heterogêneos, percebeu-se que estes refletem a percepção da empresa de cada correlação e varia de acordo com a sua metodologia de trabalho. Notando-se que existem disparidades especialmente no que se refere ao objetivo da construtora: qualidade ou custo. Apesar da constatação desta heterogeneidade, optou-se por extrair a média destes resultados para que fosse possível montar a matriz correlacional. Como a metodologia trata do empreendimento individualmente, este procedimento não se torna inválido.

A matriz correlacional apresentada foi acrescentada, também, de resultados da 1ª parte do questionário o que possibilitou a ponderação das correlações (Quadro 5. 7). Propõe-se que os graus de importância destaquem os itens que merecem atenção maior no processo de projeto em relação a suas correlações. Estas informações serão aplicadas no modelo de análise dinâmica o que permitirá mostrar o comportamento deste sistema (projeto).

		Pesos ou graus de importância	entradas	restrições					agentes e meios						
			Materiais e componentes	do usuário	do proprietário	do local	de processos	de legislação	mão de obra			equipamentos			
									disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção
entra-das	materiais e componentes	3,2													
restrições	do usuário	4,3	1												
	do proprietário	4,8	2	2											
	do local	3,5	1	1	2										
	de processos	4,5	2	1	2	2									
	de legislação	4,9	1	0	-1	-2	-1								
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade	3,4	0	0	2	1	2	-1						
		remuneração	2,8	-1	1	0	0	1	0	-1					
		qualificação	4,4	-1	2	2	0	2	1	0	2				
	equipamentos	demanda de qualificação	4,4	1	0	0	-2	1	1	0	1	1			
		disponibilidade	3,6	1	1	1	2	2	-1	0	0	0	0		
		facilidade de operação													
		facilidade de manutenção													
		layout dos equip. no cant.													
consumo de energia	2,0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1			
Pesos ou graus de importância			3,2	4,3	4,8	3,5	4,5	4,9	3,4	2,8	4,4	4,4	3,6		

Quadro 5. 7: Matriz correlacional com os respectivos dados. Fonte: da autora.

5.5 APLICAÇÃO EM MODELO DE DINÂMICA DOS SISTEMAS

A Dinâmica dos Sistemas tem como objetivo compreender como os componentes de um sistema interagem entre si. A hipótese para esta teoria é que no momento em que se altera uma variável deste sistema, é afetado todo o sistema e a conseqüentemente a variável original. (SDEP, 2000 apud BAPTISTA, 2001)⁴⁴.

Na metodologia para validação de projetos, o propósito em utilizar o modelo de análise dinâmica, que utiliza a teoria da dinâmica dos sistemas, é verificar o comportamento do projeto (sistema) perante as variáveis que o influenciam e validá-lo. Cabe ressaltar, que não é o objetivo deste trabalho desenvolver este modelo, pois esta pesquisa estuda uma metodologia. Desta forma, o intuito de apresentar a Dinâmica dos Sistemas é demonstrar a sua função dentro da metodologia.

Pidd (1998) afirma que a Dinâmica dos Sistemas é uma ferramenta que permite o conhecimento das conseqüências de ações. Na metodologia em desenvolvimento nesta dissertação, os processos de levantamento dos graus de importância e das correlações entre os fatores têm como objetivo alimentar o modelo de análise dinâmica.

Os modelos dinâmicos são feitos em programas computacionais na qual são simulados estes comportamentos no decorrer do tempo. Nesta dissertação, foi utilizado o programa Vensim® PLE da *Ventana Systems* (versão acadêmica).

5.5.1 Diagrama de enlace causal

De acordo com Pidd (1998) este é o primeiro passo para modelar conforme a dinâmica dos sistemas, pois este permite entender os enlaces de trocas e correlações que ocorrem no sistema em estudo.

Este diagrama, de acordo com Garcia (2001 apud BAPTISTA, 2001)⁴⁵, possibilita modelar uma situação de uma maneira mais simplificada, para posteriormente, inserir aos poucos as variáveis possibilitando, ainda, “compreender

⁴⁴ SYSTEM DYNAMICS IN EDUCATION PROJECT. “Road Maps - A Guide to Learning Systems Dynamics”; MIT Sloan School of Management – System Dynamics Group. Massachusetts. <<http://www.sysdyn.mit>>. Acesso em: 12 nov 2000.

⁴⁵ GARCÍA, Juan M. “Curso de Especialización en Dinámica de Sistemas”; Unversitat Politècnica de Catalunya, 2001.

a estrutura geral do sistema, e não, os seus detalhes” (PIDD, 1998). Portanto, para se construir os diagramas de laço causal, é necessário levantar as relações de causa e efeito, suas identificações e representações.

No exemplo em questão, foi utilizado o processo de projeto de uma edificação como foco para se analisar as relações de causalidade. Baseados nos dados levantados no decorrer desta pesquisa, o Diagrama de Laço Causal configurou a Figura 5. 1.

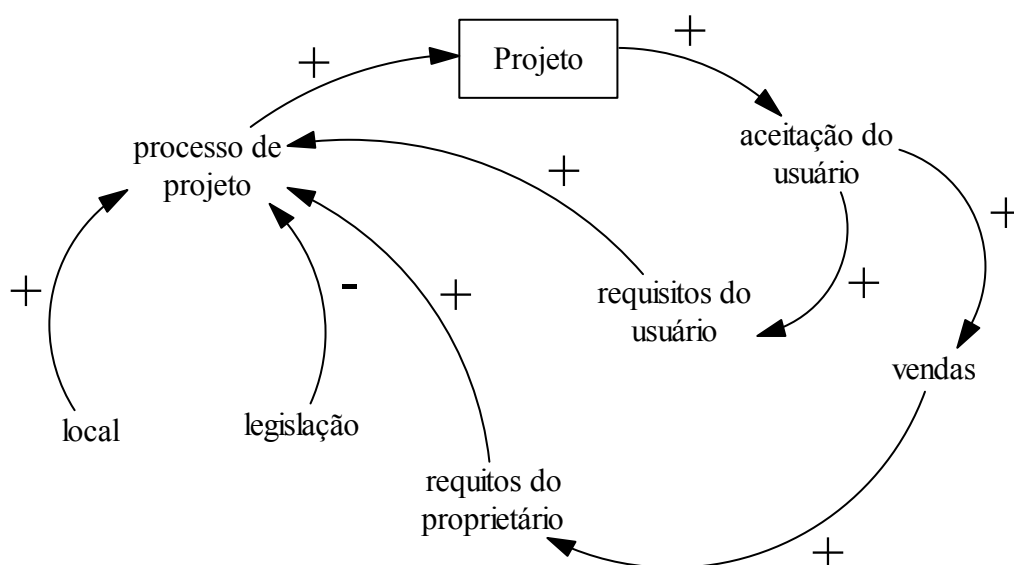


Figura 5. 1: Diagrama de Enlace Causal - fatores contidos em Restrições.
Fonte: da autora.

No exemplo apresentado, o foco se volta para o projeto. Foram inseridas as relações contidas na matriz correlacional somente no âmbito das relações de causalidade. As setas representam o fluxo de informação onde os sinais indicam o sentido da correlação. Foram complementadas as informações de aceitação do usuário e vendas objetivando fechar o ciclo do diagrama e retro-alimentar o sistema (informações pós-ocupação).

As restrições de local, legislação, usuário e proprietário entram como informações a alimentar o processo de projeto e os sinais indicam as relações de causalidade. Logo, de acordo com os parâmetros apresentados no Quadro 5. 1, se as condições do local forem “boas”, o processo de projeto será conduzido com facilidade, gerando um produto que irá satisfazer o usuário e aumentar as suas

vendas, conseqüentemente aumentando a satisfação do proprietário (melhor atendendo aos seus requisitos).

Tendo em vista que todos os processos deveriam ser levantados, o que acarretaria em um diagnóstico de processos realizado em cada empresa estudada, optou-se por restringir-se ao modelo simplificado do diagrama de enlace causal como forma de ilustrar esta etapa da avaliação do projeto.

5.6 PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Esta proposta de metodologia é baseada na experiência do estudo de caso. Seu objetivo é propor diretrizes que possam ser adaptadas e aplicadas pelas empresas na etapa de validação de projetos. Cabe ressaltar, que apesar do objetivo desta pesquisa não ser da elaboração de um modelo dinâmico, este possui um papel importante na metodologia, pois supõe-se que este será agente da validação. Desta forma, o preenchimento da matriz correlacional juntamente com os graus de importância objetivam alimentar este modelo.

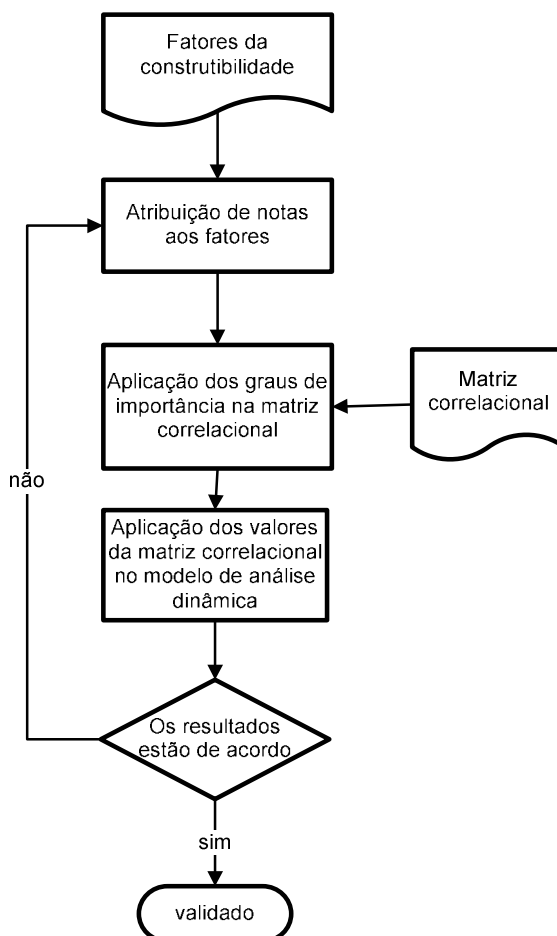


Figura 5. 2: Fluxograma para avaliação dos fatores
Fonte: da autora.

O primeiro passo é de realizar levantamento dos fatores que afetam a construtibilidade (capítulo 4), classificá-los e ordená-los (Figura 5. 3). De posse desta lista de fatores, de acordo com o empreendimento em questão, são atribuídos os graus de importância a cada fator, em todos os níveis (Apêndice I, Quadro 1). Cabe ressaltar que estes valores variam de acordo com o empreendimento. As notas, que seguem a graduação do item 5.2.1, são dadas de acordo com a importância relativa a cada fator dentro do planejamento do empreendimento. Importante destacar que estas notas não se referem à qualidade do trabalho realizado em cada fator, ou seja, não é uma nota de desempenho dentro do processo de projeto.

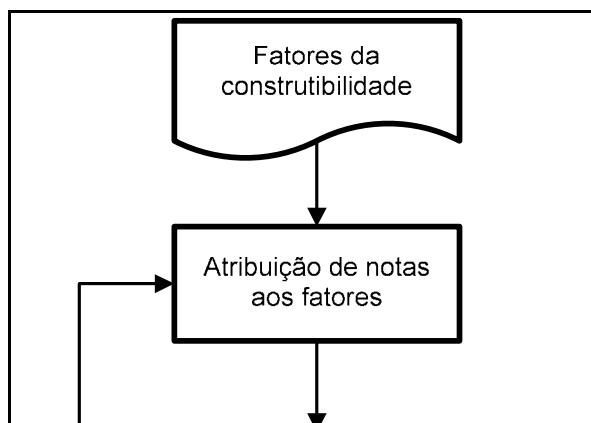


Figura 5. 3: extraído da figura 5.2

Paralelamente é elaborada a matriz correlacional (Apêndice I, Quadro 2) onde são avaliadas as correlações ou relações de influência entre os fatores até o 2º nível de classificação (Figura 5. 4). Esta avaliação segue os parâmetros dos quadros 5.1, 5.2, e 5.3, sendo que para facilitar o seu preenchimento é sugerido seguir o roteiro do questionário aplicado na pesquisa de campo (Apêndices II e III). As graduações são atribuídas pelo quadro 5.4.

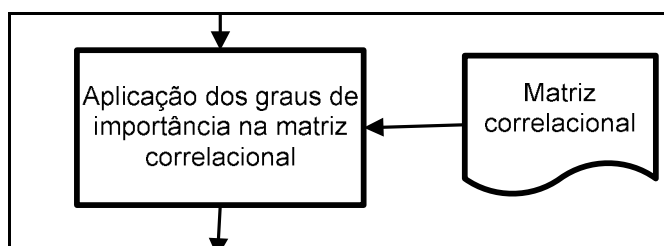


Figura 5. 4: extraído da figura 5.2

Com a matriz correlacional preenchida, são acrescentados os graus de importância a fim de ponderar os fatores (Figura 5. 5).

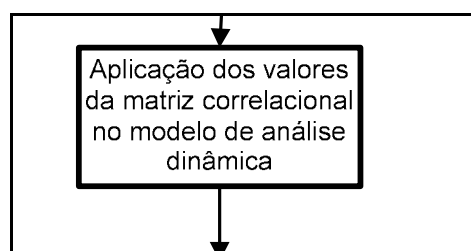


Figura 5. 5: extraído da figura 5.2

O próximo passo é a elaboração do modelo dinâmico. Como este modelo é baseado nas relações de causalidade, são os dados da matriz correlacional que o alimentarão.

Posteriormente é realizada uma simulação deste modelo onde será avaliado o comportamento do projeto e comparado com dados históricos ou dados padrão que

variam de acordo com o tipo de empreendimento. No caso dos desvios constatados entre os valores encontrados e os valores padrão serem maiores que o tolerado⁴⁶, retornar-se-á ao passo de atribuição das notas. Entretanto, se estes forem abaixo, o projeto será validado de acordo com estes parâmetros.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 5

Este capítulo apresentou o estudo de caso, seus resultados e a aplicação em modelo de análise dinâmica (dinâmica dos sistemas) objetivando constituir os passos a serem dados na avaliação do projeto.

Considerando que foi pesquisada uma amostra reduzida, os resultados apresentados não apresentaram consistência estatística. Porém, foram encontradas evidências que possibilitaram alimentar e subsidiar o desenvolvimento da metodologia.

O diagrama de enlace causal foi elaborado como um modelo preliminar do modelo de análise dinâmica com o objetivo de exemplificar a aplicação dos fatores e dados obtidos. O desenvolvimento do modelo completo não era objetivo deste estudo e necessitaria de um prazo e conhecimentos maiores, além de constituir objeto para nova pesquisa.

Com estes passos torna-se possível sugerir diretrizes de procedimentos de avaliação de projetos baseada nos preceitos da construtibilidade que possa ser aplicada no processo de validação de projetos.

⁴⁶ Os valores padrão, os desvios tolerados, assim como os desvios aceitos atenderão às necessidades de cada empresa e do tipo de empreendimento. Propõe-se que estes deverão ser elaborados pelas mesmas. O processo de elaboração destes dados não é tratado nesta dissertação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de consenso sobre o que seja a validação de projetos e, principalmente, como deva ser realizado este procedimento motivou o desenvolvimento desta metodologia, objetivo deste trabalho.

O fato da validação de projetos possuir caráter de antecipar resultados permitiu estabelecer uma relação com a análise de construtibilidade que, não somente antecipa os resultados como, principalmente, tem como princípio a integração projeto-execução. Logo a avaliação da construtibilidade do projeto é tratada como uma proposta de um procedimento que considera esta integração.

A revisão bibliográfica traçou um cenário da qualidade da construção civil no país e a inserção da validação de projetos como procedimento necessário e exigido pelas normas de gestão da qualidade. A construtibilidade foi abordada como teoria suporte da metodologia em questão, ao se considerar os impactos que as decisões de projeto causam na execução do empreendimento.

Foram utilizados os fatores que afetam a construtibilidade como base para o desenvolvimento da metodologia. Estes foram adequados à realidade do setor em questão por meio de pesquisa de campo. Foram coletados dados que refletissem as percepções das construtoras quanto à importância destes fatores no processo de planejamento do empreendimento e como eles se correlacionam. Entretanto, como as correlações limitaram-se ao segundo nível, todas as suas possibilidades e combinações não foram contempladas. As correlações estudadas mostraram-se superficiais necessitando adentrar no nível subsequente, especialmente nos níveis referentes às restrições de processos, onde se encontram os maiores graus de importância. Quanto aos dados coletados, estes não possuem relevância estatística

sobretudo devido ao tamanho da amostra estudada. Entretanto, estes puderam configurar evidências que contribuíram para o desenvolvimento da metodologia. Com estes resultados, foi proposta a construção de um modelo de análise dinâmica com a finalidade de verificar o comportamento dos fatores perante o projeto com o objetivo de avaliá-lo e por fim validá-lo. Contudo, dada às limitações da pesquisa (prazo) e seu foco estar voltado para o desenvolvimento da metodologia em si, este modelo não foi desenvolvido em sua totalidade.

Através destes passos dados no desenvolvimento da metodologia foram elaborados procedimentos para a avaliação de projetos. Entretanto, cabe ressaltar que esta metodologia, juntamente com os procedimentos, não foram testados nem validados nas construtoras.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação é o primeiro passo para o desenvolvimento desta pesquisa, logo não se encerrando por aqui. Para que esta seja complementada e conduzida adiante, sugere-se a realização dos seguintes temas:

- A aplicação da metodologia nas empresas pesquisadas a fim de validá-la, este tema propõe-se preencher a primeira lacuna desta dissertação, onde se necessita testar a metodologia. Neste trabalho sugere-se levantar os procedimentos atuais de validação de projetos e posteriormente aplicar a metodologia, pois, através destes resultados, seria possível traçar um comparativo entre os dois processos e analisar qual o nível de *performance* de cada um.
- Ampliação da amostra do estudo de caso a fim de se obter relevância estatística sobre os fatores da construtibilidade no processo de planejamento do empreendimento. Este estudo traria confiabilidade nos resultados e permitiria elaborar um modelo dinâmico que se aplicasse à maioria dos projetos.
- Em função do item anterior, utilizar os dados estatísticos para elaborar uma matriz correlacional padrão que serviria como comparativo para as matrizes realizadas na avaliação do projeto (conforme o procedimento em anexo sugere);

- Levantamento dos processos relacionados ao empreendimento nas empresas baseados nos fatores por meio de estudos de caso com a finalidade de elaborar um modelo de análise dinâmica completo.
- Aplicação desta metodologia como requisito para aprovação de projetos em prefeituras, através de um estudo experimental.
- Realizar a pesquisa da metodologia nas empresas de projeto, ao invés do realizado em construtoras, a fim de colher informações sobre o processo de projeto em si, e não somente sobre o planejamento do empreendimento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Ana Cláudia Nunes. *A implantação de sistemas de gestão da qualidade na indústria da construção civil segundo os critérios da ISO 9001:2000: adaptações em relação à ISO 9001:1994*. Niterói, 2001. 139 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2001.

AMARAL, João A.A. SBRAGIO, Ricardo. *Dinâmica do Projeto: Uma visão sistêmica das conseqüências de ações gerenciais*. São Paulo: Editora Scortecci Series IBGP, volume 01, 2003.

AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. A validação de projetos e a revisão de construtibilidade: uma possível complementaridade. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, *Anais...* Rio de Janeiro: Arquitetura Digital, 2004. CD-ROM.

_____. *Tecnologia, organização e produtividade na construção*. Rio de Janeiro, 1995. 201 f. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1995.

_____. Qualidade de Projeto: uma abordagem voltada para os escritórios de Arquitetura. In: WORKSHOP DE QUALIDADE NO PROJETO, 1997, Rio de Janeiro, UFRJ.

ANDERY, P. e VIEIRA LANA, M. P. A qualidade das edificações: dificuldades e estratégias para sustentação dos programas de garantia da qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - IBRACON, 44., 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Concreto, 2002.

ANDERY, P.; ARANTES, E. M.; VIEIRA, M. P. Experiência em torno à implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de projeto. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro: Arquitetura Digital, 2004. CD-ROM.

ANDERY, P.; VIEIRA LANA, M. P.; BORGES, G. Certificação de empresas de projeto: um estudo de caso. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/>>. Acesso em 24 mar 2004.

ARDITI, David; ELHASSAN, Ahmed; TOKLU, Y. Cengiz. Constructability Analysis in the Design Firm. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v. 128, n. 2p. 117-126, mar/abr, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 9000*: Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *NBR ISO 9001*: Sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *NBR ISO 9004*: Sistemas de gestão da qualidade: Diretrizes para melhoria de desempenho. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *Gestão da Qualidade: Diretrizes para Planos da Qualidade*. NBR ISO 10005. Rio de Janeiro, dez 1997.

BAPTISTA F^o, João. *Simulação dinâmica de modelos operacionais com enfoque aplicado à engenharia de projetos*. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001.

BARROS, Aidil Jesus Paes de; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. *Fundamentos de metodologia: um guia para a inicialização científica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. 132p.

BOYCE, Walter J. Designing for constructability. *ASCE Transactions of American Association of Cost Engineers*, ABI/INFORM Global, 1991, v.B, 01-07, 1991.

BRASSARD, Michael; *Qualidade: Ferramentas para uma melhoria contínua*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

BROCKA, Bruce; BROCKA, M. Suzanne. *Gerenciamento da qualidade*. São Paulo: Makron Books, 1994.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). Desenvolvimento urbano: qualidade e produtividade. Disponível em: <<https://webp.caixa.gov.br/urbanizacao/qualidade/qualidade.asp>>. Acesso em: 01 mar. 2005.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV); CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC). O Macrossetor da Construção. 2005. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br>>. Acesso em: 15 mar 2006.

CAZET, Adriano Felice; LOVATTO, Sidnei da Silva; JOBIM, Margaret Souza Schmidt. A validação de projeto em empresas construtoras e incorporadoras. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 31 ago 2004.

CDCON, Desenvolvimento de Terminologia e Sistema de Classificação para Construção, 2003. Disponível em: <www.cdcon.ufjf.br>. Acesso em: 10/01/2005.

CHASEY, Allan D.; SCHEXNAYDER, Ann M. Constructability: the key to reducing investment risk. *AACE International Transactions*, ABI/INFORM Global, 2000. RISK.03, 03.1-03.10, 2000.

CONSEJO SUPERIOR DE LOS COLÉGIOS DE ARQUITECTOS DE ESPAÑA. *Manual de procedimientos de control de calidad técnica del proyecto arquitectónico*. España: Del Pozo e Asociados Editores, 2000.

Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA. Resolução 307 de 5 de julho de 2002. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 136, s. 1, jul. 2002. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 jun 2005.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII), CONSTRUCTABILITY IMPLEMENTATION TASK FORCE. *Constructability: implementation guide*. Austin: CII, 1993. (CII special publication, n. 34-1).

_____. *Constructability: a primer*. 2.ed. Austin, 1986. (CII publication, n. 3-1).

_____. *Constructability: concepts file*. Austin: CII, 1987. (CII publication, n. 3-3).

CONSTRUCTION MANAGEMENT COMMITTEE, ASCE. Constructability and Constructability Programs: White Paper. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v. 117, n. 1, p. 67-87, mar., 1991.

CORDEIRO, Juliana Cardoso; FOSSATI, Michele; NAZÁRIO, Ricardo Christello; ROMAN, Humberto Ramos. Discussões sobre a flexibilização da NBR ISO 9001 para empresas de projetos para a construção civil. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro: Arquitetura Digital, 2004. CD-ROM.

CROSBY, Philip B. *Qualidade: falando sério*. Rio de Janeiro: Makron, 1990.

CTC & ASSOCIATES LLC; WisDOT RD&T PROGRAM. *Constructability Reviews: transportation synthesis report*. Wisconsin, 2003. 4p. Disponível em: <<http://www.dot.state.wi.us/library/research/docs/tsrs/tsrconstructabilityreview.pdf>>. Acesso em: 31 agosto 2004.

DUARTE, Técia Maria Pereira; SALGADO, Mônica Santos. Certificação de empresas de projeto no Rio de Janeiro: indicativo da situação. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 08 mar 2005.

DUNSTON, Philip S; WILLIAMSON, Craig E. Incorporating maintainability in constructability review process. *Journal of Management in Engineering*, ASCE, v. 15, n. 5, p. 56-60, set/out 1999.

EINSENHARDT, K. Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*. v. 14, n. 4, p. 532-550. 1999.

EUROPA. *Construction: Communication on competitiveness: objectives*. 2002. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/compcom/objectiv.htm>>. Acesso em: 16 mar 2005.

_____. *Construction: Quality report: introduction*. 2002. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/quality/quaifi1.htm>>. Acesso em: 16 mar 2005.

FABRÍCIO, Márcio Minto. *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. São Paulo, 2002. 329 f. Tese (doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

FEINGENBAUM, Armand. *Total Quality Control*. 3.ed. New York, NY: Ed. Mc Graw-Hill, 1991. 851p.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Miniaurélio Século XXI: O minidicionário da língua portuguesa*. 4 ed. rev. ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

_____. *Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0*. Positivo: 2004. CD-ROM.

FERREIRA, Miguel Luiz Ribeiro. *Gestão de contratos de construção e montagem industrial*. Niterói: EdUFF, 2004. 87p.

FISHER, Deborah J.; ANDERSON, Stuart D.; RAHMAN, Suhel P. Integrating constructability tools into constructability review process. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE: v. 126, n. 2, p. 89-96, mar/abr 2000.

FOSSATI, Michele; SILVA, Glauco G. M. P.; ROMAN, Humberto Ramos. Situação das empresas de projeto de Florianópolis quanto à implantação de um sistema de gestão da qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. *Anais...CD-ROM*.

GARCÍA, Juan M. "Curso de Especialización en Dinámica de Sistemas"; Unversitat Politècnica de Catalunya, 2001.

GRIFFIN, J.J. "Life cycle cost analysis: a decision aid". *Life cycle costing for construction*, J. W. Bull ed., Blackie Academic and Professional, London 1993.

GRILO, Leonardo Melhorato; PEÑA, Monserrat Dueñas; SANTOS, Luiz Augusto dos; FILIPPI, Giancarlo; MELHADO, Silvio Burrattino. Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto. *Ambiente Construído*, Porto Alegre: ANTAC, v. 3, n. 1, p. 55-67, jan./ mar. 2003. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 05 mar 2004.

HARBUCK, Robert H. Constructability and the cost engineer. *ASCE Transactions*, ABI/INFORM Global, B5, 3p., 1991.

HINES, J.A.; D.S. FEDOCK; A. KOKKINOS; Design for constructability, a Method of reducing SCR project costs. In: The U.S. EPA/DOE/EPRI Combined Power Plant Air Pollutant Control Symposium: "The Mega Symposium", August 20-23, 2001 Chicago, Illinois, U.S.A.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO (14177). Classification of information in the construction industry: ISO Technical Report 14177:1994 (E). Geneva: ISO. 1994. 1v.

_____. ISO/DPAS 12006-3. Organization of information about construction works. Part 3: Framework for object-oriented information exchange. Geneve: International Organization for Standardization, 2000. 21p.

_____. ISO 10006. Quality management: Guidelines to quality in project management. Geneva: ISO. [s.d].

ISHIKAWA, Kaoru. *Controle da qualidade total: à maneira japonesa*. Trad. Iliana Torres. Rio de Janeiro: Campus, 1993. 221 p.

JERGEAS, George P., VAN der PUT, J. P. Benefits of Constructability on Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, v. 127, n. 4, p. 281-290, jul/ago 2001.

JOBIM, M. S. S. et al. *Controle do processo de projeto na construção civil*. Porto Alegre: FIERGS/CIERGS, 1999. 215p.

JURAN, J. M. *A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. São Paulo: Pioneira Thimson Learnig, 1992. 551p.

KERRIDGE, A.E. Part 1: Plan for constructability. *Hydrocarbon processing*, 72, n. 1, jan. 1993.

LIMMER, C. V. *Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1997.

LOPES, Régis. *Taxonomia do processo de projetos de edificações*. Niterói, 2003. 186 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2003.

MACKINSEY. *Produtividade no Brasil a chave do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1999.

MARANHÃO, Mauriti. *O processo nosso de cada dia: modelagem de processos de trabalho*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004. 252p.

MCLAWHORN, Nina; *Constructability Reviews*, Bureau of Highway Construction, Wisconsin, 2003.

MELHADO, Silvio B. *Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. São Paulo, 1994. 294 f. Tese (doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

_____. O plano da qualidade dos empreendimentos e a engenharia simultânea na construção de edifícios. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 19., 1999, Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro: UFRJ/ABEPRO, 1999. CD-ROM.

MENEZES, Alexandre de A. C. de. *Análise do processo de projeto: estudo de caso em escritórios de arquitetura do Grande Rio*. Niterói, 2004. Dissertação (mestrado

em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2004.

MESEGUER, Álvaro Garcia. *Controle e garantia da qualidade na construção*. São Paulo: Sinduscon-SP, 1991. 179 p.

MESQUITA, Maria Julia de Moraes; MELHADO, Silvio B. Processo de projeto e o escopo do empreendimento. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 24 mar 2004.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - MDIC. *Estudo Prospectivo da Cadeia Produtiva da Construção Civil: produção e comercialização de unidades habitacionais urbanas*. São Paulo: EPUSP Departamento de Construção Civil, 2002.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. *NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção*. Brasília, 1995.

PEPPER III, Harry C. The benefits of constructability reviews during the design of environmental capital projects. *Cost Engineering*, ABI/INFORM Global, v. 36, n. 2, p. 19-21, February 1994.

PIDD, Michael. *Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. Trad. Gustavo Severo de Borba et al. 312p.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT (PBQP-H). Itens e Requisitos do Sistema de Qualificação de Empresas de Projetos de Arquitetura e Engenharia, doc interno, Belo Horizonte, agosto de 2002.

_____. PBQP-H: Justificativas e conceitos. Disponível em: <<http://cidades.gov.br/pbqp-h/parcerias.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2004.

_____. PBQP-H: Sensibilização e adesão. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/sensibilizacao.htm>>. Acesso em: 01 mar. 2005.

_____. *Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – SIQ*. Disponível em: <<http://www.pbqp-h.gov.br/projetos/SIQ/apresentacao.htm>>. Acesso em: 22 set. 2003.

_____. *Referencial Normativo Nível “A” do SiAC*. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>>. Acesso em: 30 mar. 2005.

ROMANO, Fabiane Vieira; BACK, Nelson; OLIVEIRA, Roberto de. A importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações. São Carlos, SP. 2001. 5p. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. São Carlos, 2001. Artigo técnico. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 05 março 2004.

RUSSEL, Jeffrey S.; SWIGGUM, Kevin E.; SHAPIRO, Jeffrey M.; ALAYDRUS, Achmad F. Constructability related to TQM, value engineering and cost/benefits. *Journal of performance of constructed facilities*, ASCE, v.8, n. 1, p. 31-45, fev. 1994. Disponível em: <<http://courses.engr.wisc.edu/ecow/get/cee/596/russell/readingmat>>. Acesso em: 22 out 2004.

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

SALGADO, Mônica S.. A qualidade do projeto segundo a norma ISO 9001 : roteiro para discussão. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 8., 2000, Salvador. *Anais...* v.1, p.325-332. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 10 mar 2005.

SANTOS, Débora de Góis; AMARAL, Tatiana Godim do. Construtibilidade dos projetos de alvenaria estrutural. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 14 abr 2005.

SANTOS, Luiz A.; MELHADO, Silvio B. Questionamentos e proposições acerca do plano da qualidade do empreendimento - PQE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE

CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 26 jan 2005.

Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMAC. Resolução SMAC nº. 387 de 24 de maio de 2005. Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 25 de maio de 2005.

SILVA, Maria Angélica Covelo; SOUZA, Roberto de. *Gestão do Processo de Projeto de Edificações*. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181p.

SILVEIRA, Jacson Carlos da; SALES, Alessandra Luize Fontes; MOURÃO, Yves Rabelo; SILVEIRA, Liana; BARROS NETO, José de Paula. Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra. Porto Alegre. 2002. 6 p. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS , 2., 2002, Porto Alegre. Artigo Técnico. Disponível em :<<http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/>>. Acesso em 24 mar 2004.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (SINDUSCON-RIO). Comissão de Materiais, Tecnologia, Produtividade e Qualidade. Disponível em: <http://www.sinduscon-rio.com.br/os_comissoes.asp>. Acesso em: 23 fev. 2005.

_____. Clube da Qualidade. Disponível em: <http://www.sinduscon-rio.com.br/ps_cqualidade.asp>. Acesso em: 01 mar. 2005.

_____. Ata de reunião de 15 de fevereiro de 2005. Rio de Janeiro. 2005.

_____. Ata de reunião de 21 de dezembro de 2004. Rio de Janeiro. 2004.

SONGER, Anthony D.; MOLENAAR, Keith R. *Selecting Design-Build: public and private sector owner attitudes*. University of Colorado Design-Build Research Papers. Disponível em: <<http://www.colorado.edu/engineering/civil/db/papers/slctdb/>>. Acesso em 19 abr 2005.

SOUZA, R.; SAMPAIO, J.C.A.; MEKBEKIAN, G. Fundamentos da qualidade. In: QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO - Curso EPUSP/ITQC. São Paulo, EPUSP, 1993. v.1.

SOUZA, Roberto de. *Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras*. São Paulo: Pini, 1995. 248p.

SYSTEM DYNAMICS IN EDUCATION PROJECT. "Road Maps - A Guide to Learning Systems Dynamics"; MIT Sloan School of Management – System Dynamics Group. Massachusetts. <<http://www.sysdyn.mit>>. Acesso em: 12 nov 2000.

TZORTZOPOULOS, Patricia. *Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadas de pequeno porte*. Porto Alegre, 1999. 163f., Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999.

VENSIM - VENTANA SIMULATION ENVIRONMENT. *Users Guide version 5*. 2005. Disponível em: <<http://www.vensim.com>>. Acesso em: 10 abr 2005.

8 APÊNDICES

8.1 APÊNDICE I – DIRETRIZES PARA UM PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Esta proposta objetiva fornecer diretrizes para procedimento que poderão ser aplicadas na avaliação de projetos ou adaptadas para este fim de acordo com a metodologia de trabalho da empresa.

1 USUÁRIOS

Construtora: gerência técnica e gerência da qualidade.

2 DEFINIÇÕES

Análise dinâmica: referente à dinâmica dos sistemas, cujo objetivo é de compreender como os componentes de um sistema interagem entre si.

Construtibilidade: o uso ótimo dos conhecimentos e experiências na construção em planejamento, projeto, aquisição e operação a fim de atingir os objetivos globais do empreendimento. Facilidade de ser construído.

Fatores da construtibilidade: são aqueles que devem ser considerados no processo de projeto e que venham a influenciar na qualidade da solução construtiva.

Matriz correlacional: é aquela tem como objetivo permitir a análise das interações entre os fatores, baseada nas relações de causalidade entre eles.

Modelo de análise dinâmica: tem como objetivo verificar o comportamento do sistema perante as variáveis que o influenciam utilizado a teoria da dinâmica dos sistemas. A confecção deste modelo é feita em programas computacionais (o programa sugerido é o Vensim, da *Ventana System*).

Relações de causalidade: são aquelas que representam relação de interação entre elementos, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos.

3 PRÉ-REQUISITOS

Fatores da construtibilidade: este será um modelo padrão para todos os empreendimentos, composto de um quadro contendo uma lista de fatores classificados de acordo com a gestão de processos e metodologia IDEF0.

Matriz correlacional: matriz que contém os fatores da construtibilidade classificados até o segundo nível. Possuirá valores de acordo com a política de atuação da empresa.

4 PROCEDIMENTOS

4.1 No Quadro 1 serão atribuídas as notas referentes ao grau de importância para cada fator de acordo com o empreendimento.

4.2 No Quadro 2, que já estará previamente preenchido com as correlações, serão acrescentadas as médias das notas atribuídas aos fatores do terceiro nível compor o segundo nível (que é o da matriz correlacional). Nos item Mão de Obra serão utilizados os valores do terceiro nível. No item Equipamentos serão utilizados os valores atribuídos à Demanda de Qualificação de Mão de Obra para Operar Equipamentos e Consumo de Energia e, a média dos fatores Disponibilidade, Facilidade de Operação, Facilidade de manutenção e Layout dos Equipamentos no Canteiro.

4.3 Os valores da matriz correlacional com as respectivas notas serão lançados no Modelo de Análise Dinâmica. Será realizada uma simulação para verificar o comportamento do projeto e os resultados serão comparados aos valores padrão para o tipo de empreendimento. Se houver variação o modelo não validará o projeto e deverá retornar ao 5.1 para reavaliar as notas dos fatores. Caso os valores sejam semelhantes, o modelo validará o projeto.

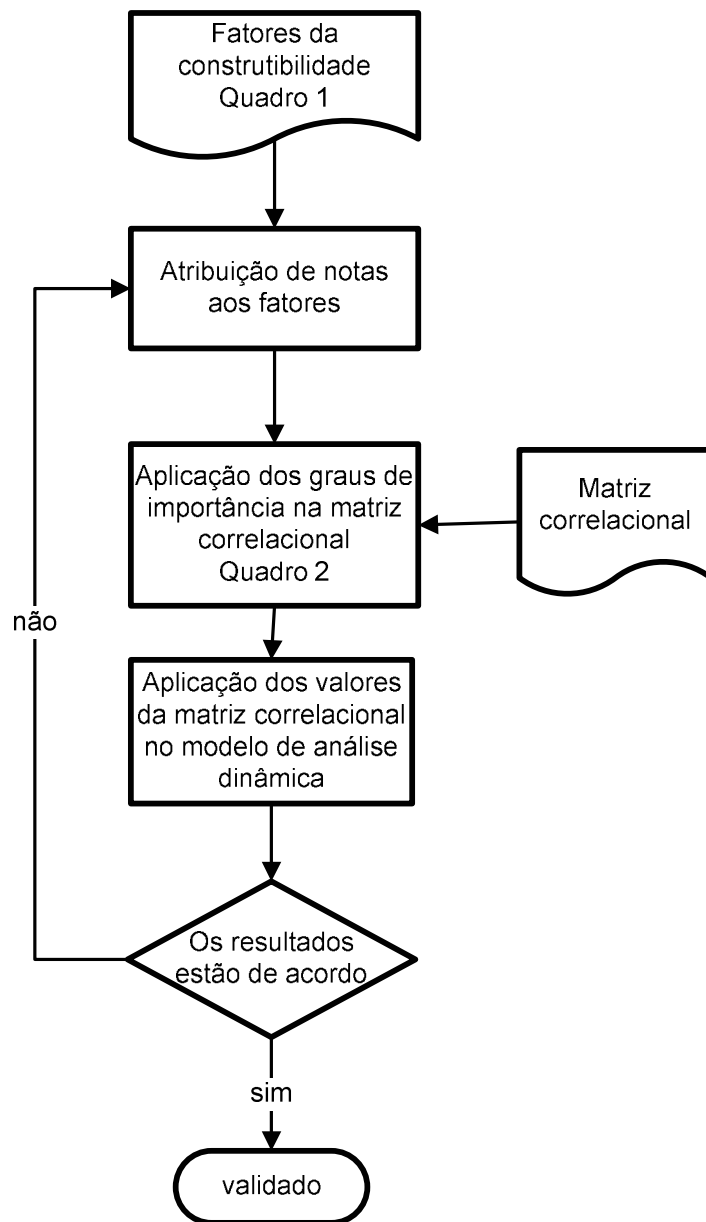


Figura 8. 1: Fluxograma para avaliação de projetos
Fonte: da autora.

ENTRADAS	
Materiais e componentes:	
• Disponibilidade local	
• Montagem	
• Pré-fabricação	
• Segurança ambiental e de saúde	
• Sustentabilidade	
• Embalagem	
• Transporte	
• Manuseio	
• Recebimento	
RESTRIÇÕES	
Do usuário:	
• Adequação ao uso	
• Satisfação e estética	
• Facilidade de operação	
• Facilidade de manutenção (por parte do usuário)	
• Preço de venda	
• Forma de pagamento	
Do proprietário:	
• Rentabilidade	
• Fluxo de caixa	
• Risco de investimento	
• Facilidade de Manutenção	
Do local	
• Topografia	
• Geologia	
• Acessibilidade viária	
• Fatores climáticos	
De processos:	
• Gestão da qualidade (SQG)	
• Gestão de contratos	
• Gerenciamento do projeto (concepção)	
o Modulação	
o Compatibilização entre os projetos	
o Padronização (do projeto, de detalhes,...)	
o Especificações	
o Documentos (qualidade das plantas)	
▪ Legibilidade das plantas	
▪ Compatibilidade entre as plantas	
▪ Padronização do CAD	
▪	
o conhecimento da legislação vigente	
• Gerenciamento de materiais	
o Aquisição	
o Prazos	
o	
• Acessibilidade para instalação de equipamentos na estrutura	
• Gerenciamento da construção	
o Layout do canteiro	
o Recursos no canteiro: água, gás, energia elétrica	
o Segurança do trabalho	
o Seqüência de execução	
De legislação:	

• Ambientais	
• Uso do solo (de obras /urbanística)	
• Trabalhistas	
AGENTES E MEIOS	
Mão de obra:	
• Disponibilidade	
• Remuneração	
• Qualificação	
• Demanda de qualificação (mão de obra)	
• Disponibilidade / fornecimento	
• Facilidade de operação	
• Facilidade de manutenção	
• Layout dos equipamentos no canteiro	
• Consumo de energia	

Legenda: notas ou graus de importância

- (0) não considerável
- (1) muito baixa
- (2) baixa
- (3) média
- (4) grande
- (5) muito grande

Quadro 1: Quadro para atribuição de notas aos fatores da construtibilidade

<table border="1"> <tr> <th>Graduação</th> <th>Relação de causalidade</th> </tr> <tr> <td>-2</td> <td>negativa forte</td> </tr> <tr> <td>-1</td> <td>negativa fraca</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Não há</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>positiva fraca</td> </tr> <tr> <td>+2</td> <td>positiva forte</td> </tr> </table>		Graduação	Relação de causalidade	-2	negativa forte	-1	negativa fraca	0	Não há	+1	positiva fraca	+2	positiva forte	Pesos ou graus de importância	entra-	restrições					agentes e meios					
		Graduação	Relação de causalidade																							
		-2	negativa forte																							
-1	negativa fraca																									
0	Não há																									
+1	positiva fraca																									
+2	positiva forte																									
das	do usuário	do proprietário	do local	de processos	de legislação	mão de obra			equipamentos																	
Materiais e componentes						disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção	layout dos equip. no canteiro	consumo de energia												
Entradas	materiais e componentes																									
	restrições	do usuário																								
do proprietário																										
do local																										
de processos																										
de legislação																										
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade																								
		remuneração																								
		qualificação																								
	equipamentos	demanda de qualificação																								
		disponibilidade/fornecimen																								
		facilidade de operação																								
		facilidade de manutenção																								
layout dos equip. no																										
consumo de energia																										

Quadro 2: Matriz correlacional

8.2 APÊNDICE II – PRIMEIRO QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - ESCOLA DE ENGENHARIA

Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil

Rua Passo da Pátria 156, bloco D s.541

São Domingos, Niterói,

CEP 24 210, tel.(21) 26295491

QUESTIONÁRIO: FATORES QUE CONTRIBUEM COM A CONSTRUTIBILIDADE

Este questionário faz parte da dissertação mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense da aluna Sabrina Gassner Ribeiro, orientada do Prof. Sérgio Roberto Leusin de Amorim

CONCEITO DE CONSTRUTIBILIDADE:

Surgido nos Estados Unidos na década de 1980, **construtibilidade é a facilidade de construir**, onde é preconizada a integração dos conhecimentos e experiências da construção com o projeto desde as suas fases iniciais. Um de seus objetivos é reconhecer os impactos que as decisões de projeto possam causar na construção (CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE, 1987).

FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE:

Os fatores, condicionados às decisões de projeto, são aqueles que devem ser considerados no processo de projeto e que venham a influenciar a construtibilidade.

Neste questionário serão apresentados fatores que contribuem para a qualidade da solução construtiva, ou seja, a construtibilidade, classificados de acordo com a gestão de processos (Figura 1).

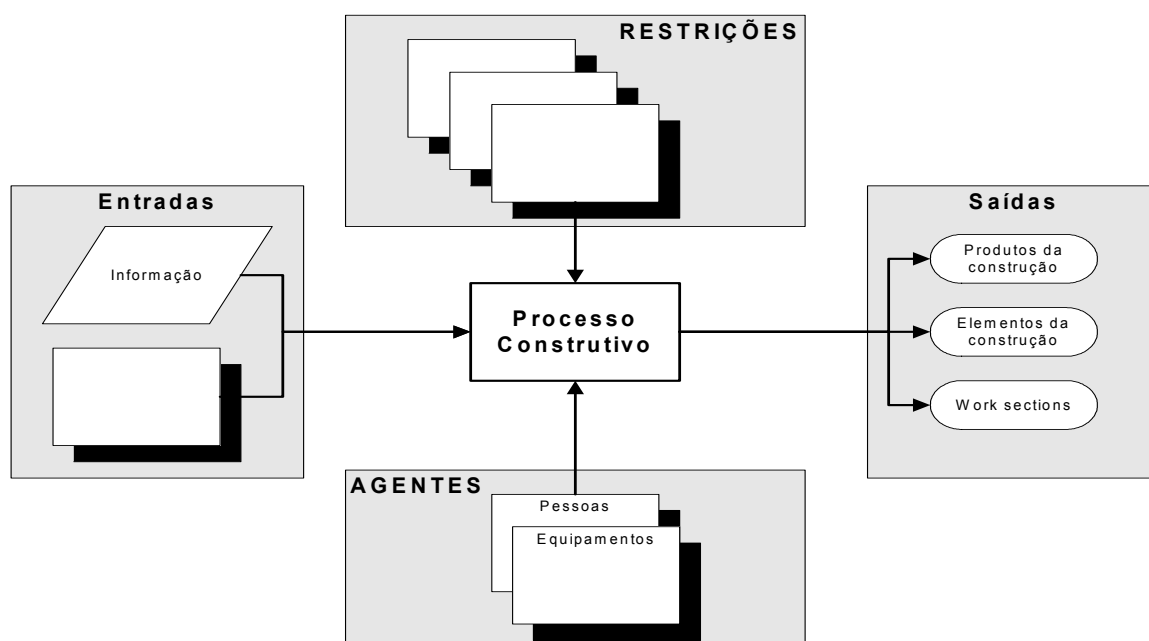


Figura 1: Esquema de processos

EMPRESA:	
NOME:	
CARGO:	

1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

- incorporadora
 construtora
 ambas

2. ÁREAS DE ATUAÇÃO

- residencial privado
 residencial público
 comercial
 outros

3. QUANTO À CERTIFICAÇÃO

- ISO 9001:2000
 certificada
 em processo de certificação

PBQP-H

- certificada
 em processo de certificação. Qual o nível? ____
 em processo de mudança de nível. Para qual nível? ____

4. QUANTO AO DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

- realizado internamente
 realizado externamente

5. AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DOS FATORES:

Na lista a seguir avalie a importância da contribuição de cada fator para a construtibilidade dos empreendimentos realizados por sua empresa. Inclua outros fatores não listados, mas que considere importantes. Utilize a escala abaixo.

- (0) não considerável
 (1) muito baixa
 (2) baixa
 (3) média
 (4) grande
 (5) muito grande

ENTRADAS	
Resultados de processos anteriores incorporados de informações. Podem ser materiais ou não-materiais (informação).	importância
Materiais e componentes:	
• Disponibilidade local	
• Montagem	
• Pré-fabricação	
• Segurança ambiental e de saúde	
• Sustentabilidade	
• Embalagem	
• Transporte	
• Manuseio	
• Recebimento	
•	
Outros:	

RESTRIÇÕES	
Possuem o caráter de controle do processo, segundo a metodologia IDEF0.	importância
Do usuário:	
• Adequação ao uso	
• Satisfação e estética	
• Facilidade de operação	
• Facilidade de manutenção (por parte do usuário)	
• Preço de venda	
• Forma de pagamento	
•	
Do proprietário:	
• Rentabilidade	
• Fluxo de caixa	
• Risco de investimento	
• Facilidade de Manutenção	
•	
Do local	
• Topografia	
• Geologia	
• Acessibilidade viária	
• Fatores climáticos	
•	
•	
De processos:	
• Gestão da qualidade (SQG)	
• Gestão de contratos	
• Gerenciamento do projeto (concepção)	
o Modulação	
o Compatibilização entre os projetos	
o Padronização (do projeto, de detalhes,...)	
o Especificações	
o Documentos (qualidade das plantas)	
▪ Legibilidade das plantas	
▪ Compatibilidade entre as plantas	
▪ Padronização do CAD	
▪	
o conhecimento da legislação vigente	
• Gerenciamento de materiais	
o Aquisição	
o Prazos	
o	
• Acessibilidade para instalação de equipamentos na estrutura	
• Gerenciamento da construção	
o Layout do canteiro	
o Recursos no canteiro: água, gás, energia elétrica	
o Segurança do trabalho	
o Seqüência de execução	
•	
•	
De legislação:	
• Ambientais	
• Uso do solo (de obras /urbanística)	
• Trabalhistas	

•	
•	
•	
Outros:	
AGENTES E MEIOS	
Recursos utilizados para a transformação das entradas. Podem ser humanos, materiais ou tecnológicos.	importância
Mão de obra:	
• Disponibilidade	
• Remuneração	
• Qualificação	
•	
•	
•	
Equipamentos:	
• Demanda de qualificação (mão de obra)	
• Disponibilidade / fornecimento	
• Facilidade de operação	
• Facilidade de manutenção	
• Layout dos equipamentos no canteiro	
• Consumo de energia	
•	
Outros:	

6. AVALIAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE OS FATORES

A seguir, avalie a influência dos fatores entre si, seu grau de influência e de que modo um fator influencia no outro:

CONSIDERAR OS SEGUINTE PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO A SEGUIR

ENTRADAS

Materiais e componentes:

- maior disponibilidade local
- maior facilidade de montagem
- uso eficaz da pré-fabricação
- maior preocupação com a segurança ambiental e de saúde
- maior preocupação com a sustentabilidade
- maior facilidade de desembalar
- maior facilidade de transportar
- maior facilidade de manusear
- maior facilidade de recebimento

RESTRIÇÕES

Do usuário:

- maior adequação ao uso
- maior satisfação e estética
- maior facilidade de operação
- maior facilidade de manutenção (por parte do usuário)
- melhor preço de venda
- melhor forma de pagamento

Do proprietário:

- melhor rentabilidade
- aumento do fluxo de caixa
- maior risco de investimento
- maior facilidade de manutenção

Do local

- melhores condições topográficas
- melhores condições geológicas
- melhores condições de acessibilidade viária
- melhores condições de fatores climáticos

De processos:

- maior eficiência e abrangência do SGQ
- melhor arranjo contratual
- melhor gerenciamento do projeto (concepção)
- melhor gerenciamento de materiais (melhores condições de compra , eficácia nos prazos)
- maior acessibilidade para instalação de equipamentos na estrutura
- melhor gerenciamento da construção (melhor layout do canteiro, maior disponibilidade de recursos no canteiro, maior eficácia da segurança do trabalho, melhor seqüência de execução)

De legislação:

- maior exigência na legislação ambiental
- maior exigência na legislação Uso do solo (de obras /urbanística)
- maior exigência na legislação Trabalhista

AGENTES E MEIOS

Mão de obra:

- maior disponibilidade
- maior remuneração
- melhor qualificação

Equipamentos:

- maior demanda de qualificação de mão de obra para operar os equipamentos
- maior disponibilidade de fornecimento
- maior facilidade de operação
- maior facilidade de manutenção
- melhor arranjo do layout dos equipamentos no canteiro
- maior consumo de energia

6.1 MATERIAIS E COMPONENTES X RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com os requisitos do usuário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto melhores as condições de tratamento dos materiais e componentes, mais bem atendidos os requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.2 MATERIAIS E COMPONENTES X RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com os requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições de tratamento dos materiais e componentes, mais bem atendidos os requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.3 MATERIAIS E COMPONENTES X CONDIÇÕES DO LOCAL

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com os requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, melhores serão as condições de tratamento dos materiais e componentes?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.4 MATERIAIS E COMPONENTES X PROCESSOS DE GESTÃO

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto mais eficientes e abrangentes os processos de gestão, melhores serão as condições de tratamento dos materiais e componentes?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.5 MATERIAIS E COMPONENTES X EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com as exigências das legislações?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maiores as exigências das legislações, melhores serão as condições de tratamento dos materiais e componentes?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.6 MATERIAIS E COMPONENTES X DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com a disponibilidade de mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a disponibilidade de mão de obra, melhores serão as condições de tratamento dos materiais e componentes?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.7 MATERIAIS E COMPONENTES X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com a remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a facilidade no tratamento dos materiais e componentes, maior será a necessidade uma mão de obra mais qualificada e bem remunerada?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.8 MATERIAIS E COMPONENTES X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com a demanda de qualificação de mão de obra para manuseio/operação dos equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Um tratamento mais eficiente nos materiais e componentes ocasionará uma maior necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.9 MATERIAIS E COMPONENTES X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com a disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhor for o tratamento dos materiais e componentes, mais fácil será operação e manutenção dos equipamentos, maior será sua disponibilidade no fornecimento e melhor será o seu arranjo no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.10 MATERIAIS E COMPONENTES X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com o consumo de energia dos equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhor for o tratamento dos materiais e componentes, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.11 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO

Existe influência dos requisitos do usuário nos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto mais bem atendidos os requisitos do usuário, melhor será o atendimento aos requisitos do proprietário, em termos financeiros (ver parâmetros no início do tópico)?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.12 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X CONDIÇÕES DO LOCAL

Existe influência das condições do local com os requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, os requisitos do usuário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.13 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X PROCESSOS DE GESTÃO

Existe influência dos requisitos do usuário com os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Uma maior abrangência e eficiência nos processos de gestão ocasionarão um melhor atendimento aos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.14 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES

Existe influência das exigências das legislações nos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maiores as exigências das legislações, os requisitos do usuário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.15 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA

Existe influência da disponibilidade da mão de obra nos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Uma maior a disponibilidade de mão de obra acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.16 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração e qualificação da mão de obra nos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Com uma maior a remuneração e qualificação da mão de obra, os requisitos do usuário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.17 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência de uma maior necessidade de mão de obra para a operar equipamentos nos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) A maior a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.18 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X DISPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro nos requisitos do usuário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Uma maior facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro dos equipamentos acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do usuário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.19 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência do consumo de energia dos equipamentos no canteiro nos requisitos do usuário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Um maior consumo de energia dos equipamentos no canteiro acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do usuário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.20 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X CONDIÇÕES DO LOCAL

Existe influência das condições do local nos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto melhores as condições do local, os requisitos do proprietário serão mais bem atendidos?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.21 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X PROCESSOS DE GESTÃO

Existe influência dos requisitos do proprietário nos processos de gestão?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Uma maior abrangência e eficiência nos processos de gestão ocasionarão um melhor atendimento aos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.22 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES

Existe influência das exigências das legislações nos requisitos proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maiores as exigências das legislações, os requisitos do proprietário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.23 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA

Existe influência da disponibilidade da mão de obra nos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Uma maior a disponibilidade de mão de obra acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.24 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração e qualificação da mão de obra nos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Com uma maior remuneração e qualificação da mão de obra, os requisitos do proprietário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.25 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência de uma maior necessidade de mão de obra para a operar equipamentos nos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) A maior a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.26 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro nos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Uma maior facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro dos equipamentos acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.27 RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência do consumo de energia dos equipamentos no canteiro nos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Um maior consumo de energia dos equipamentos no canteiro acarretará em um melhor atendimento aos requisitos do proprietário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.28 CONDIÇÕES DO LOCAL X PROCESSOS DE GESTÃO

Existe influência das condições do local nos processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, os processos de gestão serão mais bem conduzidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.29 CONDIÇÕES DO LOCAL X EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES

Existe influência das condições do local nas exigências das legislações?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, mais difícil será atender às exigências das legislações?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.30 CONDIÇÕES DO LOCAL X DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA

Existe influência das condições do local na disponibilidade da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, maior será a disponibilidade da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.31 CONDIÇÕES DO LOCAL X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência das condições do local na remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, maior será a remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.32 CONDIÇÕES DO LOCAL X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência das condições do local na necessidade de mão de obra para a operar equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, haverá maior a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.33 CONDIÇÕES DO LOCAL X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência das condições do local na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, haverá maior facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.34 CONDIÇÕES DO LOCAL X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência das condições do local no consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.35 PROCESSOS DE GESTÃO X EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES

Existe influência das exigências das legislações nos processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maiores as exigências das legislações, maior será a facilidade de conduzir os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.36 PROCESSOS DE GESTÃO X DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA

Existe influência da disponibilidade da mão de obra nos processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a disponibilidade de mão de obra, maior será a facilidade de conduzir os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.37 PROCESSOS DE GESTÃO X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração e qualificação da mão de obra nos processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a remuneração e qualificação da mão de obra, maior será a facilidade de conduzir os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.38 PROCESSOS DE GESTÃO X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência dos processos de gestão na necessidade de mão de obra para a operar equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhor for os processos de gestão, maior será a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.39 PROCESSOS DE GESTÃO X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência dos processos de gestão na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores os processos de gestão, haverá maior facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.40 PROCESSOS DE GESTÃO X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência dos processos de gestão no consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores os processos de gestão, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.41 EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA

Existe influência das exigências das legislações na disponibilidade da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior as exigências das legislações, maior será a disponibilidade da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.42 EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência das exigências das legislações na remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior as exigências das legislações, maior será a remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.43 EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência das exigências das legislações na necessidade de mão de obra para a operar equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior as exigências das legislações, maior será a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.44 EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência das exigências das legislações na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior as exigências das legislações, haverá maior facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.45 EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência das exigências das legislações no consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior as exigências das legislações, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.46 DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA X REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da disponibilidade da mão de obra na sua remuneração e qualificação?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a disponibilidade da mão de obra, maior será a sua remuneração e qualificação?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.47 DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência da disponibilidade da mão de obra na necessidade de mão de obra para a operar equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a disponibilidade da mão de obra, maior será a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.48 DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA X DISPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da disponibilidade da mão de obra na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a disponibilidade da mão de obra, haverá maior facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.49 DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência da disponibilidade da mão de obra no consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a disponibilidade da mão de obra, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.50 REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência da remuneração e qualificação da mão de obra na necessidade desta para a operar equipamentos?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos, maior será a necessidade de remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.51 REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da remuneração e qualificação da mão de obra na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro, maior será a necessidade de remuneração e qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.52 REMUNERAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência da remuneração e qualificação da mão de obra no consumo de energia no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a remuneração e qualificação da mão de obra, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.53 DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da necessidade de qualificação da mão de obra para operar equipamentos na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a necessidade de qualificação da mão de obra para operar equipamentos, maior será a facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro destes equipamentos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.54 DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência da necessidade de qualificação da mão de obra para operar equipamentos no consumo de energia destes equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a necessidade de qualificação da mão de obra para operar equipamentos, maior será o consumo de energia destes equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.55 DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência da disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro no consumo de energia destes?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro destes equipamentos, maior será o consumo de energia destes no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

8.3 APÊNDICE III – SEGUNDO QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CAMPO



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - ESCOLA DE ENGENHARIA

Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil

Rua Passo da Pátria 156, bloco D s.541

São Domingos, Niterói,

CEP 24 210, tel.(21) 26295491

Prezado Senhor,

Estamos encaminhando um complemento do questionário: FATORES QUE CONTRIBUEM COM A CONSTRUTIBILIDADE, que tem por objetivo consolidar alguns dados.

Sua estrutura é a mesma da primeira versão, porém algumas perguntas foram desmembradas devido à necessidade de se aprofundar pontos que ficaram pendentes. Foram reformuladas apenas as questões que tiveram divergência de interpretação na primeira rodada.

Esperamos que com estas respostas seja possível encerrar o levantamento.

Quaisquer dúvidas, encaminhá-las à aluna Sabrina Gassner Ribeiro, pelo e-mail sgassner@civil.uff.br, ou pelos telefones XXXX-XXXX e 9XXX-XXXX.

Desde já agradecemos a colaboração com a pesquisa no país.

Atenciosamente,

Sérgio R. Leusin de Amorim

Orientador / Proj. Titular, D.Sc.

1. AVALIAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE OS FATORES

A seguir, avalie a influência dos fatores entre si, seu grau de influência e de que modo um fator influencia no outro:

CONSIDERAR OS SEGUINTE PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO A SEGUIR ENTRADAS

Materiais e componentes:

- maior disponibilidade local
- maior facilidade de montagem
- uso eficaz da pré-fabricação
- maior preocupação com a segurança ambiental e de saúde
- maior preocupação com a sustentabilidade
- maior facilidade de desembalar
- maior facilidade de transportar
- maior facilidade de manusear
- maior facilidade de recebimento

RESTRIÇÕES

Do usuário:

- maior adequação ao uso
- maior satisfação e estética
- maior facilidade de operação
- maior facilidade de manutenção (por parte do usuário)
- melhor preço de venda
- melhor forma de pagamento

Do proprietário:

- melhor rentabilidade
- aumento do fluxo de caixa
- menor risco de investimento
- maior facilidade de manutenção

Do local

- melhores condições topográficas
- melhores condições geológicas
- melhores condições de acessibilidade viária
- melhores condições de fatores climáticos

De processos:

- maior eficiência e abrangência do SGQ
- melhor arranjo contratual
- melhor gerenciamento do projeto (concepção)
- melhor gerenciamento de materiais (melhores condições de compra , eficácia nos prazos)
- maior acessibilidade para instalação de equipamentos na estrutura
- melhor gerenciamento da construção (melhor layout do canteiro, maior disponibilidade de recursos no canteiro, maior eficácia da segurança do trabalho, melhor seqüência de execução)

De legislação:

- maior exigência na legislação ambiental
- maior exigência na legislação Uso do solo (de obras /urbanística)
- maior exigência na legislação Trabalhista

AGENTES E MEIOS

Mão de obra:

- maior disponibilidade
- maior remuneração
- melhor qualificação

Equipamentos:

- maior demanda de qualificação de mão de obra para operar os equipamentos
- maior disponibilidade de fornecimento
- maior facilidade de operação
- maior facilidade de manutenção
- melhor arranjo do layout dos equipamentos no canteiro
- maior consumo de energia

6.7A MATERIAIS E COMPONENTES X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com a remuneração da mão de obra?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a facilidade no tratamento dos materiais e componentes, maior será a necessidade uma mão de obra mais bem remunerada?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.7B MATERIAIS E COMPONENTES X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência no tratamento dos materiais e componentes com a qualificação da mão de obra?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a facilidade no tratamento dos materiais e componentes, maior será a necessidade uma mão de obra mais bem qualificada?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.16A RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração da mão de obra nos requisitos do usuário?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Com uma maior remuneração da mão de obra, os requisitos do usuário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.16B RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO USUÁRIO X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da qualificação da mão de obra nos requisitos do usuário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Com uma melhor qualificação da mão de obra, os requisitos do usuário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.24A RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração da mão de obra nos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	x
--------	--	--------	---

b) Com uma maior remuneração da mão de obra, os requisitos do proprietário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.24B RESTRIÇÕES (REQUISITOS) DO PROPRIETÁRIO X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da qualificação da mão de obra nos requisitos do proprietário?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Com uma melhor qualificação da mão de obra, os requisitos do proprietário serão mais bem atendidos?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.31A CONDIÇÕES DO LOCAL X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência das condições do local na remuneração da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, maior será a necessidade de maior remuneração da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.31B CONDIÇÕES DO LOCAL X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência das condições do local na qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhores as condições do local, maior será a necessidade de melhor qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.37A PROCESSOS DE GESTÃO X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração da mão de obra nos processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a remuneração da mão de obra, maior será a facilidade de conduzir os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.37B PROCESSOS DE GESTÃO X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da qualificação da mão de obra nos processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhor a qualificação da mão de obra, maior será a facilidade de conduzir os processos de gestão?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.42A EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência das exigências das legislações na remuneração da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maiores as exigências das legislações, maior será a necessidade de uma mão de obra mais bem remunerada?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.42B EXIGÊNCIAS DAS LEGISLAÇÕES X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência das exigências das legislações na qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maiores as exigências das legislações, maior será a necessidade de uma mão de obra mais bem qualificada?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.46A DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA X REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da disponibilidade da mão de obra na sua remuneração?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a disponibilidade da mão de obra, maior será a sua remuneração?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.46B DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da disponibilidade da mão de obra na sua qualificação?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a disponibilidade da mão de obra, melhor será sua qualificação?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.46C REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA X QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA

Existe influência da remuneração da mão de obra na sua qualificação?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto melhor a qualificação da mão de obra, maior a será a sua remuneração?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.50A REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência da remuneração da mão de obra na necessidade desta para a operar equipamentos?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?	<input type="checkbox"/>	FRACA?	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	--------	--------------------------

b) Quanto maior a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos, maior será a sua remuneração?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

6.50B QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA X DEMANDA DE QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS

Existe influência da qualificação da mão de obra na necessidade desta para a operar equipamentos?

SIM?	<input type="checkbox"/>	NÃO?	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	------	--------------------------

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a necessidade de mão de obra qualificada para operar os equipamentos, maior será a necessidade de sua qualificação?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.51A REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da remuneração da mão de obra na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro, maior será a necessidade de remuneração da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.51B QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA X DIPONIBILIDADE DE FORNECIMENTO, FACILIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO, LAYOUT DOS EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO

Existe influência da qualificação da mão de obra na disponibilidade de fornecimento, facilidade de operação e manutenção e layout dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a facilidade de operação e manutenção, disponibilidade de fornecimento e arranjo no canteiro, maior será a necessidade de qualificação da mão de obra?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.52A REMUNERAÇÃO DA MÃO DE OBRA X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência da remuneração da mão de obra no consumo de energia no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto maior a remuneração da mão de obra, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

6.52B QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA X CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS

Existe influência da qualificação da mão de obra no consumo de energia no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

Caso afirmativo, responda as seguintes perguntas:

a) Esta relação é?

FORTE?		FRACA?	
--------	--	--------	--

b) Quanto melhor a qualificação da mão de obra, maior será o consumo de energia dos equipamentos no canteiro?

SIM?		NÃO?	
------	--	------	--

8.4 APÊNDICE IV – RESULTADOS DA PRIMEIRA PARTE DO QUESTIONÁRIO

ENTRADAS	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	média
Materiais e componentes	3,6	3,1	3,0	3,1	3,2	3,2
• Disponibilidade local	4,0	5,0	2,0	2,0	0,0	2,6
• Montagem	3,0	4,0	2,0	2,0	3,0	2,8
• Pré-fabricação	3,0	4,0	4,0	3,0	2,0	3,2
• Segurança ambiental e de saúde	3,0	2,0	2,0	4,0	4,0	3,0
• Sustentabilidade	3,0	2,0	4,0	5,0	3,0	3,4
• Embalagem	3,0	2,0	2,0	3,0	4,0	2,8
• Transporte	4,0	3,0	2,0	1,0	4,0	2,8
• Manuseio	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,8
• Recebimento	5,0	3,0	5,0	4,0	5,0	4,4
RESTRICÇÕES	A	B	C	D	E	média
Do usuário	3,7	4,5	4,8	4,3	4,3	4,3
• Adequação ao uso	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
• Satisfação e estética	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
• Facilidade de operação	3,0	5,0	4,0	5,0	3,0	4,0
• Facilidade de manutenção	3,0	4,0	5,0	4,0	3,0	3,8
• Preço de venda	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,4
• Forma de pagamento	4,0	4,0	5,0	3,0	5,0	4,2
Do proprietário	4,3	5,0	5,0	4,5	5,0	4,8
• Rentabilidade	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
• Fluxo de caixa	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
• Risco de investimento	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,6
• Facilidade de Manutenção	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,6
Do local	3,5	3,5	4,5	2,5	3,3	3,5
• Topografia	4,0	5,0	5,0	2,0	4,0	4,0
• Geologia	3,0	4,0	5,0	3,0	5,0	4,0
• Acessibilidade viária	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,4
• Fatores climáticos	3,0	0,0	3,0	1,0	0,0	1,4
De processos	4,1	4,7	5,0	3,9	4,9	4,5
• Gestão da qualidade (SQG)	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,6
• Gestão de contratos	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,4
• Gerenciamento do projeto (concepção)	3,9	4,7	5,0	3,7	4,6	4,4
○ Modulação	3,0	4,0	5,0	2,0	4,0	3,6
○ Compatibilização entre os projetos	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,6
○ Padronização (do projeto, de detalhes,...)	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,4
○ Especificações	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
○ Documentos (qualidade das plantas)	3,7	4,0	5,0	3,3	3,3	3,9
▪ Legibilidade das plantas	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,4
▪ Compatibilidade entre as plantas	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,4
▪ Padronização do CAD	3,0	4,0	5,0	2,0	0,0	2,8
○ conhecimento da legislação vigente	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
• Gerenciamento de materiais	4,5	5,0	5,0	4,5	5,0	4,8
○ Aquisição	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,8
○ Prazos	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
• Acessibilidade para inst. de equip. na estrutura	4,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,4
• Gerenciamento da construção	4,0	4,5	4,8	4,0	5,0	4,5

○ Layout do canteiro	4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	4,0
○ Recursos no canteiro: água, gás, energia elétrica	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,6
○ Segurança do trabalho	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,6
○ Seqüência de execução	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,6
De legislação	4,7	4,7	5,0	5,0	5,0	4,9
• Ambientais	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,8
• Uso do solo (de obras /urbanística)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
• Trabalhistas	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
AGENTES E MEIOS	A	B	C	D	E	média
Mão de obra	3,7	1,7	4,7	3,0	4,7	3,5
• Disponibilidade	4,0	0,0	5,0	3,0	5,0	3,4
• Remuneração	3,0	0,0	4,0	3,0	4,0	2,8
• Qualificação	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,4
Equipamentos	3,3	3,5	3,5	2,8	4,2	3,5
• Demanda de qualificação (mão de obra)	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,4
• Disponibilidade / fornecimento	4,0	5,0	3,0	3,0	5,0	4,0
• Facilidade de operação	3,0	0,0	3,0	3,0	4,0	2,6
• Facilidade de manutenção	3,0	5,0	3,0	3,0	4,0	3,6
• Layout dos equipamentos no canteiro	3,0	4,0	5,0	4,0	5,0	4,2
• Consumo de energia	3,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0

8.4 APÊNDICE V – RESULTADOS DA PRIMEIRA PARTE DO QUESTIONÁRIO

Matriz correlacional empresa A

EMPRESA A		entra- das	restrições					agentes e meios									
		Mate- riais e compo- nentes	do usuário	do proprie- tário	do local	de proces- sos	de legis- lação	mão de obra			equipamentos						
								disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção	layout dos equip. no canteiro	consumo de energia	
Entra- -das	materiais e componentes																
restrições	do usuário	2															
	do proprietário	1	2														
	do local	0	1	2													
	de processos	1	0	2	2												
	de legislação	1	0	-2	-2	-1											
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade	-1	0	1	2	2	0									
		remuneração	-2	1	-1	-1	-1	0	-2								
		qualificação	-2	2	2	-1	2	0	-1	2							
	equipamentos	demanda de qualificação	2	0	2	-2	-1	2	0	-1	2						
		disponibilidade/fornecimento															
		facilidade de operação	1	0	1	2	2	-1	0	-2	-2	1					
		facilidade de manutenção															
layout dos equip. no canteiro																	
consumo de energia	-1	0	0	-1	0	-1	0	0	-1	0							

Matriz correlacional empresa B

EMPRESA B		entra- das	restrições					agentes e meios										
		Mate- riais e compon- entes	do usuário	do proprie- tário	do local	de proces- sos	de legis- lação	mão de obra			equipamentos							
								disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção	layout dos equip. no canteiro	consumo de energia		
Entra- -das	materiais e componentes																	
restrições	do usuário	1																
	do proprietário	2	2															
	do local	2	1	2														
	de processos	2	2	2	1													
	de legislação	2	1	-2	-2	-2												
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade	-1	0	2	1	1	0										
		remuneração	0	2	-2	-1	2	1	-2									
		qualificação	0	2	2	0	2	-1	0	2								
	equipamentos	demanda de qualificação	2	0	-1	-2	0	1	0	0	0							
		disponibilidade/fornecimento																
		facilidade de operação	2	1	2	2	2	-2	0	0	0	0						
		facilidade de manutenção																
layout dos equip. no canteiro																		
consumo de energia	-2	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	-2							

Matriz correlacional empresa C

EMPRESA C		entra- das	restrições					agentes e meios										
		Mate- riais e compon- entes	do usuário	do proprie- tário	do local	de proces- sos	de legis- lação	mão de obra			equipamentos							
								disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção	layout dos equip. no canteiro	consumo de energia		
Entra- -das	materiais e componentes																	
restrições	do usuário	1																
	do proprietário	1	2															
	do local	2	2	2														
	de processos	2	2	2	2													
	de legislação	2	2	2	-2	-2												
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade	2	0	2	1	2	-2										
		remuneração	0	1	2	0	2	1	0									
		qualificação	0	1	1	0	2	1	0	2								
	equipamentos	demanda de qualificação	1	0	1	-1	1	1	-2	0	0							
		disponibilidade/fornecimento																
		facilidade de operação	2	0	1	1	1	0	2	0	0	-1						
		facilidade de manutenção																
layout dos equip. no canteiro																		
consumo de energia	0	0	-1	-2	1	0	0	0	0	0	0			-1				

Matriz correlacional empresa D

EMPRESA D		entra- das	restrições					agentes e meios							
		Mate- riais e compon- entes	do usuário	do proprie- tário	do local	de proces- sos	de legis- lação	mão de obra			equipamentos				
								disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção	layout dos equip. no canteiro
Entra- -das	materiais e componentes														
restrições	do usuário	1													
	do proprietário	2	2												
	do local	2	2	2											
	de processos	1	1	1	1										
	de legislação	0	0	-2	-2	-2									
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade	1	0	2	0	1	-1							
		remuneração	0	1	1	0	1	-2	-1						
		qualificação	0	2	2	0	2	2	1	1					
	equipamentos	demanda de qualificação	0	0	-1	-2	0	2	0	2	2				
		disponibilidade/fornecimento													
		facilidade de operação	0	0	1	2	2	2	0	0	0	-2			
		facilidade de manutenção													
	layout dos equip. no canteiro														
	consumo de energia	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1		-2		

Matriz correlacional empresa E

EMPRESA E		entra- das	restrições					agentes e meios									
		Mate- riais e compon- entes	do usuário	do proprie- tário	do local	de proces- sos	de legis- lação	mão de obra			equipamentos						
								disponibilidade	remuneração	qualificação	demanda de qualificação	disponibilidade	facilidade de operação	facilidade de manutenção	layout dos equip. no canteiro	consumo de energia	
Entra- -das	materiais e componentes																
restrições	do usuário	2															
	do proprietário	2	2														
	do local	1	1	2													
	de processos	2	2	2	2												
	de legislação	1	-2	-2	-2	2											
agentes e meios	mão de obra	disponibilidade	1	1	2	2	2	-2									
		remuneração	-1	2	-2	2	0	-2	-2								
		qualificação	-1	2	2	2	2	2	2	2							
	equipamentos	demanda de qualificação	1	1	1	-1	2	2	0	0	2						
		disponibilidade/fornecimento															
		facilidade de operação	2	2	2	2	2	-2	0	0	2	2					
		facilidade de manutenção															
layout dos equip. no canteiro																	
consumo de energia	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	