



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**  
**CIVIL**

**SORAYA MATTOS PRETTI**

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM**  
**CONSTRUTORAS-INCORPORADORAS:**  
**UMA ANÁLISE DE MATURIDADE**

VITÓRIA  
2013



**SORAYA MATTOS PRETTI**

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM  
CONSTRUTORAS-INCORPORADORAS: UMA  
ANÁLISE DE MATURIDADE**

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

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

VITÓRIA  
2013

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

---

P922e Pretti, Soraya Mattos, 1984-  
Engenharia simultânea em construtoras-incorporadoras: uma  
análise de maturidade / Soraya Mattos Pretti. – 2013.  
244 f. : il.

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Engenharia simultânea. 2. Maturidade. 3. Administração  
de projetos. 4. Construção civil. I. Gama, João Luiz Calmon  
Nogueira da. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro  
Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

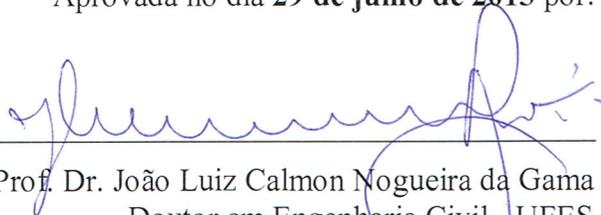
---

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA EM CONSTRUTORAS-INCORPORADORAS:  
UMA ANÁLISE DE MATURIDADE**

**Soraya Mattos Pretti**

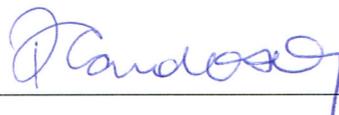
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

Aprovada no dia **29 de julho de 2013** por:



---

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



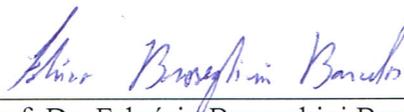
---

Profa. Dra. Patrícia Alcântara Cardoso  
Doutora em Engenharia de Produção - UFES  
Membro Interno



---

Prof. Dr. Leonardo Melhorato Grilo  
Doutor em Eng. Civil - CCI Concessões e Const. de Infra-Estrutura S.A.  
Membro Externo



---

Prof. Dr. Fabrício Broseghini Barcelos  
Doutor em Engenharia de Produção - IFES  
Examinador Externo

## AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas a agradecer, sem as quais essa dissertação não teria chagado ao estágio atual.

Em primeiro lugar a minha família, que sempre me deu apoio incondicional.

Em segundo, aos meus amigos e colegas de mestrado, que discutiram, conversaram, opinaram e incontáveis vezes me ajudaram com opiniões relevantes a desenvolver meu tema de pesquisa. Aqui, devo destacar a minha companheira inseparável de jornada, Sandra Moscon Coutinho, com quem dividi os melhores e piores momentos de todo esse processo.

Também quero agradecer a Marcelo Muller Nogueira, meu marido, que leu, releu, escutou, desenhou e deve conhecer esse trabalho tanto quanto eu, sem ele essa dissertação não seria a mesma.

A Marcos Paulo Muller Nogueira, pela atenção, paciência e ajuda contínua.

Às empresas que me receberam, por possibilitarem essa pesquisa.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo – FAPES, pelo auxílio cedido na forma de bolsa de mestrado.

À toda equipe e professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFES.

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama, que brigou, elogiou, cobrou, incentivou, orientou, vibrou e sofreu comigo em todo o percurso trilhado.

E, nesse fim, ao Prof. Darli Vieira, cujos incansáveis incentivos a terminar foram um estímulo necessário.



“Humans beings, who are almost unique in having the ability to learn from the experience of others, are also remarkable for their apparent disinclination to do so”

Douglas Adams

## RESUMO

O setor da construção civil possui grande impacto no desenvolvimento do país e, nos últimos anos, essa importante indústria vem sofrendo com pressões externas, que passaram a exigir produtos com menor tempo, menor custo e maior qualidade. Para resolver essas questões, abordagens oriundas de outros setores têm sido empregadas, como é o caso da engenharia simultânea.

Apesar do conhecimento de que a engenharia simultânea pode ser instrumento para melhorias no setor, não se sabe se as empresas a empregam em seu dia-a-dia, como essa utilização acontece e se há meios de melhorar ou intensificar o uso dessa prática nas empresas construtoras. Assim, esta é uma pesquisa qualitativa que se propõe a analisar essas questões a partir do nível de maturidade das empresas em relação à engenharia simultânea. Para isso foram conduzidos dez estudos de casos em construtoras da região da Grande Vitória – Espírito Santo, nas quais uma nova metodologia de avaliação de maturidade adaptada à realidade local, baseada nos cinco elementos característicos da engenharia simultânea, antecipação de fases e decisões, simultaneidade, multidisciplinaridade, integração dos intervenientes e busca e inserção da qualidade, foi aplicada. Essa metodologia foi baseada em entrevistas semiestruturada e estruturada realizadas com uso de formulários e em pesquisa documental.

Os resultados obtidos mostram que as empresas possuem, em geral, um bom nível de maturidade, classificado como gerenciado, apresentando um processo conhecido e caracterizado, sendo a integração dos intervenientes seu elemento menos desenvolvido e a busca e inserção da qualidade o mais desenvolvido, além de mostrar a adequabilidade da metodologia. O trabalho procura contribuir para a compreensão do setor, ao caracterizar as construtoras capixabas em relação à maturidade baseada nos princípios da engenharia simultânea, e também busca a melhoria das empresas, ao identificar pontos fracos que impedem o desenvolvimento simultâneo de seus processos e propor soluções para esses problemas.

Palavras-chave: Engenharia simultânea, maturidade, gerenciamento de empreendimentos

## ABSTRACT

The civil construction sector has a great impact in Brazilian development and in the last years this important industry has been suffering with external pressures that demand products with less delivery time, less costs and higher quality. To solve these questions, approaches from other sectors have been used, as the case of concurrent engineering.

Although the knowledge that concurrent engineering can be used to construction improvement, it is still unknown if companies are currently using it in their projects, how it is used and if there are means to improve this practice in their environment. Therefore, this is a qualitative research which aims to analyze these questions from the results of concurrent engineering readiness assessment of the companies. Thus, ten case studies were conducted in construction companies from Great Vitória's region – Espírito Santo, where a new methodology of readiness assessment adapted for the local reality based on the five characteristics elements of concurrent engineering, anticipation of phase and decisions, simultaneity, multidisciplinary teams, stakeholders' integration and quality search and insertion, was applied. The methodology was based in structured and semistructured interviews done with the aid of forms and documentary analysis.

The results find that the companies have, in general, a good readiness assessment level, classified as managed, presenting a known and characterized process, with stakeholders' integration being their less developed factor and quality search and insertion as their most developed. This research contributes for better comprehension of the sector, as it characterizes the companies concerning their concurrent engineering readiness assessment. Likewise, it seeks to improve construction companies when it identifies the weaknesses which prevent the concurrent development of their process and proposes solutions for these problems.

**Keywords:** concurrent engineering, readiness assessment, project management

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Integração construtora com o restante da cadeia produtiva da construção.....	24
Figura 2 – Subsetor foco pesquisa de acordo com classificação CNAE .....	25
Figura 3 – Modelo de produção tradicional: de conversão .....	29
Figura 4 – Novo modelo de produção: fluxos e conversão .....	29
Figura 5 – Desenvolvimento da produção através da redução de atividades que não agregam valor .....	29
Figura 6 – Desenho genérico de um empreendimento imobiliário x área de atuação ES .....	36
Figura 7 – Esquema da abordagem sequencial ( <i>over the wall</i> ).....	38
Figura 8 – Desenvolvimento sequencial do projeto de uma edificação.....	38
Figura 9 – Interação de etapas no desenvolvimento de um novo empreendimento com uso da ES .....	46
Figura 10 – Configuração de equipe multidisciplinar de projeto.....	47
Figura 11 – Estrutura geral das interfaces entre os processos de projeto e construção.....	49
Figura 12 – Ciclo da qualidade na construção .....	51
Figura 13 – Principais eixos de transformação para a implantação da ES .....	53
Figura 14 – Processo de inovação tecnológica na construção civil.....	55
Figura 15 – Casa concebida em CAD 3D .....	58
Figura 16 – Planta baixa .....	58
Figura 17 – Elementos constituintes BIM .....	59
Figura 18 – Atuação do BIM em uma edificação .....	60
Figura 19 – Ciclo de melhoria contínua.....	65
Figura 20 – Estrutura geral da pesquisa .....	79

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Possibilidades de modificação versus custo, ao longo do tempo .....	33
Gráfico 2 – Desenvolvimento de produto ES x engenharia sequencial.....	52
Gráfico 3 – Patamar amadurecimento.....	66
Gráfico 4 – Patamar amadurecimento com melhoria contínua.....	67
Gráfico 5 – Sucesso x Maturidade .....	67
Gráfico 6 – Modelo de avaliação RACE .....	71
Gráfico 7 – Modelo de avaliação BEACON.....	73
Gráfico 8 – Exemplo do gráfico radial de maturidade.....	92
Gráfico 9 – Tempo de mercado.....	98
Gráfico 10 – Porte empresas.....	98
Gráfico 11 – Formação respondentes .....	100
Gráfico 12 – Tempo de empresa respondentes .....	100
Gráfico 13 – Problemas fase de iniciação .....	101
Gráfico 14 – Problemas gerados em obras por projetos .....	102
Gráfico 15 – Razões para alteração projeto.....	103
Gráfico 16 – Avaliação de maturidade empresa A .....	104
Gráfico 17 – Avaliação de maturidade empresa B .....	108
Gráfico 18 – Avaliação de maturidade empresa C .....	111
Gráfico 19 – Avaliação de maturidade empresa D .....	114
Gráfico 20 – Avaliação de maturidade empresa E .....	118
Gráfico 21 – Avaliação de maturidade empresa F .....	121
Gráfico 22 – Avaliação de maturidade empresa G.....	125
Gráfico 23 – Avaliação de maturidade empresa H.....	128
Gráfico 24 – Avaliação de maturidade empresa I.....	131
Gráfico 25 – Avaliação de maturidade empresa J.....	135
Gráfico 26 – Resultados de todas as empresas.....	142
Gráfico 27 – Empresas 11 a 20 anos de atuação .....	145
Gráfico 28 – Empresas 21 a 30 anos de atuação .....	145
Gráfico 29 – Empresas 31 a 40 anos de atuação .....	145
Gráfico 30 – Empresas médio porte.....	147
Gráfico 31 – Empresas grande porte .....	147
Gráfico 32 – Empresas de atuação no ES .....	149



Gráfico 33 – Empresas de atuação no ES e em outros estados.....	149
Gráfico 34 – Empresas com ISO 9001 .....	151
Gráfico 35 – Empresa sem ISO 9001.....	151
Gráfico 36 – Empresas com desenvolvimento de projetos terceirizados .....	152
Gráfico 37 – Empresas com desenvolvimento de projetos terceirizados e internamente .....	152
Gráfico 38 – Empresas com compatibilização interna.....	153
Gráfico 39 – Empresas com compatibilização interna e externa.....	153
Gráfico 40 – Empresas centralizadas.....	155
Gráfico 41 – Empresas levemente centralizadas .....	155
Gráfico 42 – Empresas pouco centralizadas.....	155
Gráfico 43 – Empresas caracterizadas .....	156
Gráfico 44 – Empresas gerenciadas .....	156
Gráfico 45 – Empresas otimizadas.....	156

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características e elementos da ES por diversos autores .....	40
Quadro 2 – Vantagens e desvantagens extranets .....	56
Quadro 3 – Estratégias de pesquisa .....	78
Quadro 4 – Escala de maturidade .....	90
Quadro 5 – Características da amostra.....	97
Quadro 6 – Caracterização dos respondentes .....	99
Quadro 7 – Estrutura organizacional da amostra .....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de perguntas por elementos .....	85
Tabela 2 – Exemplo de afirmações com escala de respostas .....	86
Tabela 3 – Respostas questões 4a e 7d empresa C, com respectiva pontuação .....	86
Tabela 4 – Número de perguntas x máximo de pontos possíveis .....	89
Tabela 5 – Classificação porte indústrias .....	90
Tabela 6 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa A.....	104
Tabela 7 – Classificação empresa A elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	106
Tabela 8 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa B.....	108
Tabela 9 – Classificação empresa B elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	110
Tabela 10 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa C .....	111
Tabela 11 – Classificação empresa C elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	113
Tabela 12 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa D .....	114
Tabela 13 – Classificação empresa D elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	115
Tabela 14 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa E.....	118
Tabela 15 – Classificação empresa E elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	120
Tabela 16 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa F.....	122
Tabela 17 – Classificação empresa F elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	123
Tabela 18 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa G .....	125
Tabela 19 – Classificação empresa G elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	127
Tabela 20 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa H .....	128
Tabela 21 – Classificação empresa H elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	129
Tabela 22 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa I.....	131
Tabela 23 – Classificação empresa I elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	133



Tabela 24 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa J .....	135
Tabela 25 – Classificação empresa J elementos ES, segundo avaliação do respondente .....	136
Tabela 26 – Classificação dos elementos da ES segundo o que as empresas acreditam como melhor .....	139
Tabela 27 – Resultado avaliação de maturidade das empresas .....	140
Tabela 28 – Resultados percentuais da análise de maturidade das empresas agrupadas por nível de maturidade .....	156

## LISTA DE SIGLAS

- (PM)<sup>2</sup> – *Project Management Process Maturity Model*
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAMAT – Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
- APA – Anteprojeto de Arquitetura
- BDD – Bancos de Dados Digitais
- BEACON – *Benchmarking and Readiness Assessment for Concurrent Engineering in Construction*
- BIM – *Building Information Modeling*
- CAD – *Computer Aided Design*
- CDC – Código de Defesa do Consumidor
- CMM – *Capability Maturity Model*
- CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- EPC – Estudos Preliminares dos Projetos Complementares
- ES – Engenharia Simultânea
- FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
- FGV – Fundação Getúlio Vargas
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ISO – *International Organization for Standardization*
- MMGP – Modelo Brasileiro de Maturidade em Gerenciamento de Projetos
- OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment Services*
- OPM3 – *Organizational Project Management Maturity Model*
- PAC – Programa de Aceleração da Construção
- PBQP – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade
- PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
- PCI – Projeto de Proteção e Combate a Incêndio
- PDU – Plano Diretor Urbano
- PIB – Produto Interno Bruto
- PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida
- PMI – *Project Management Institute*
- PMMM – *Project Management Maturity Model*
- PMO – *Process Model Organization*



PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RACE – *Readiness Assessment in Concurrent Engineering*

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SINDUSCON-ES – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Espírito Santo

SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

TI – tecnologia da informação

TQM – *Total Quality Management*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	8
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	10
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	11
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	13
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
1.1 JUSTIFICATIVA.....	20
1.2 PROBLEMA.....	22
1.3 PRESSUPOSTOS.....	22
1.4 OBJETIVOS.....	22
<b>1.4.1 Objetivo Geral</b> .....	23
<b>1.4.2 Objetivos Específicos</b> .....	23
1.5 LIMITAÇÕES.....	23
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	25
<b>2 ENGENHARIA SIMULTÂNEA</b> .....	26
2.1 HISTÓRICO.....	27
<b>2.1.1 Na Construção Civil</b> .....	30
<b>2.1.2 Na Construção Civil Brasileira</b> .....	30
2.2 O QUE É.....	33
<b>2.2.1 Objetivos</b> .....	35
<b>2.2.2 Atuação</b> .....	36
2.3 MODELOS DE PROCESSO DE EMPREENDIMENTOS.....	37
<b>2.3.1 Modelo Sequencial</b> .....	37
<b>2.3.2 Modelo Simultâneo</b> .....	40
2.3.2.1 Antecipação de Fases e Decisões.....	45
2.3.2.2 Simultaneidade das Atividades.....	46
2.3.2.3 Multidisciplinaridade.....	47
2.3.2.4 Integração dos Intervenientes.....	48
2.3.2.5 Busca e Inserção da Qualidade.....	50
<b>2.3.3 Modelo Simultâneo x Modelo Sequencial</b> .....	52

2.4	DIFICULDADES PARA A IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA	
	53	
2.5	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE APOIO .....	55
2.5.1	<b>Extranets</b> .....	55
2.5.2	<b>Sistemas CAD</b> .....	57
2.5.3	<b>BIM - Building Information Modeling</b> .....	58
<b>3</b>	<b>MATURIDADE</b> .....	61
3.1	CONCEITOS DE MATURIDADE .....	62
3.2	AVALIAÇÕES DE MATURIDADE .....	63
3.2.1	<b>Níveis de maturidade</b> .....	66
3.3	IMPORTÂNCIA PARA A ES .....	68
3.4	MODELOS DE ANÁLISE DE MATURIDADE PARA A ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....	70
3.4.1	<b>Para a Indústria Manufatureira</b> .....	70
3.4.1.1	RACE .....	71
3.4.1.2	PMO-RACE .....	72
3.4.1.3	PRODEVO .....	72
3.4.2	<b>Para a Construção Civil</b> .....	72
3.4.2.1	BEACON .....	73
3.5	NECESSIDADE DE UM NOVO MODELO .....	74
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	76
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	77
4.2	MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO .....	77
4.2.1	<b>Pesquisa bibliográfica</b> .....	79
4.2.2	<b>Pesquisa documental</b> .....	80
4.2.3	<b>Estudo de caso</b> .....	80
4.2.3.1	Critérios para seleção da amostra .....	81
4.2.3.2	Tamanho da amostra .....	81
4.3	ESTRUTURAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO .....	82
4.3.1	<b>Entrevistas</b> .....	82
4.3.1.1	Primeira Entrevista .....	83
4.3.1.2	Segunda Entrevista .....	84
4.4	ESTRATÉGIAS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	88
4.4.1	<b>Escala de maturidade adotada</b> .....	88

4.4.2	<b>Procedimentos para caracterização das empresas</b> .....	90
4.4.3	<b>Análise individual dos resultados</b> .....	91
4.4.4	<b>Análise cruzada dos resultados</b> .....	93
5	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	95
5.1	<b>CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS</b> .....	96
5.1.1	<b>Caracterização dos respondentes</b> .....	98
5.1.2	<b>Caracterização da estrutura organizacional</b> .....	100
5.1.3	<b>Caracterização da fase de iniciação</b> .....	101
5.1.4	<b>Caracterização do processo de projeto</b> .....	101
5.2	<b>AVALIAÇÃO DE MATURIDADE</b> .....	103
5.2.1	<b>Empresa A</b> .....	103
5.2.2	<b>Empresa B</b> .....	107
5.2.3	<b>Empresa C</b> .....	110
5.2.4	<b>Empresa D</b> .....	113
5.2.5	<b>Empresa E</b> .....	117
5.2.6	<b>Empresa F</b> .....	120
5.2.7	<b>Empresa G</b> .....	124
5.2.8	<b>Empresa H</b> .....	127
5.2.9	<b>Empresa I</b> .....	130
5.2.10	<b>Empresa J</b> .....	134
6	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	138
6.1	<b>ANÁLISE CRUZADA DOS RESULTADOS</b> .....	139
6.1.1	<b>Entre empresas</b> .....	142
6.1.2	<b>Por tempo de mercado</b> .....	144
6.1.3	<b>Por porte</b> .....	146
6.1.4	<b>Por abrangência geográfica</b> .....	148
6.1.5	<b>Por normatização</b> .....	150
6.1.6	<b>Por contratação de projetos</b> .....	152
6.1.7	<b>Por compatibilização de projetos</b> .....	152
6.1.8	<b>Por centralização da estrutura organizacional</b> .....	154
6.1.9	<b>Por nível de maturidade</b> .....	155
6.2	<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS</b> .....	157
7	<b>CONCLUSÕES</b> .....	164
7.1	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	165

7.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	167
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>168</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>179</b>
	<b>APÊNDICE A – Formulário Primeira Entrevista .....</b>	<b>180</b>
	<b>APÊNDICE B – Formulário Avaliação de Maturidade ES .....</b>	<b>185</b>
	<b>APÊNDICE C – Glossário .....</b>	<b>196</b>
	<b>APÊNDICE D – Caracterização detalhada das Construtoras.....</b>	<b>198</b>
	Empresa A .....	198
	Empresa B .....	202
	Empresa C .....	206
	Empresa D .....	210
	Empresa E .....	215
	Empresa F.....	219
	Empresa G .....	224
	Empresa H .....	229
	Empresa I.....	234
	Empresa J.....	239



# 1 INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são:

- Apresentado o contexto junto à justificativa do tema da pesquisa;
- Definidos os problemas da pesquisa e seus respectivos pressupostos;
- Vistos os objetivos da dissertação, tanto o geral, quanto os específicos;
- Evidenciadas as limitações às quais o trabalho está submetido; e
- Explicada a estrutura da dissertação;

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), sabe-se que a construção civil foi responsável por 5,8% do produto interno bruto (PIB) nacional no ano de 2011, enquanto, no mesmo período, a cadeia produtiva da construção civil foi responsável por 8,9% do PIB do país e as construtoras apresentaram um crescimento de 3,9% de seu PIB (FGV; ABRAMAT, 2012).

A importância do setor também pode ser observada se analisados os dados referentes ao montante gasto pela construção civil em salários, que, no ano de 2011, foi de aproximadamente 74,7 bilhões de reais de reais (IBGE, 2013), e ao número de empregos gerados, que no mesmo ano, foi de 2,7 milhões de empregos (IBGE, 2012).

A construção civil recebe ainda grandes investimentos em termos nacionais (IBGE, 2013), com o apoio do governo através de inúmeros programas, como o Programa de Aceleração da Crescimento (PAC), o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), a liberação do uso de recurso de Fundo de garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para compra de imóveis, entre outros.

Todos esses elementos juntos apenas mostram o grande impacto que esta indústria exerce no país, seja em termos positivos, como os exemplificados acima, seja em termos negativos. Como exemplo dos aspectos negativos é preciso ter em mente que os produtos provenientes da construção, ou seja, os edifícios, são bens de consumo duráveis, assim espera-se que tenham uma longa vida útil e por essa mesma razão, a edificação causará impacto no meio ambiente e na sociedade durante toda essa vida útil.

Os impactos de uma edificação não acabam após a conclusão da etapa de obras, eles se perpetuam enquanto o edifício durar e inclusive depois, quando da sua

demolição, onde é preciso saber o que fazer com o prédio, reutilizar ou demolir, e onde destinar os possíveis resíduos provenientes.

Por todos esses motivos, percebe-se que da mesma forma que a construção civil impulsiona o desenvolvimento do país, ela possui muitos problemas e desafios a serem vencidos. Somando-se a isso, o setor vem passando por uma série de transformações, originadas por pressões externas e por necessidade de superar os entraves existentes, que fizeram as construtoras passar a dar valor a questões como a qualidade e estão levando a incorporação de inúmeras inovações na construção, como o uso de novos materiais, técnicas e tecnologias gerenciais, como a engenharia simultânea.

No ambiente competitivo atual, onde o lucro de um empreendimento deriva do preço de mercado menos os custos (MELHADO, 1994), sistemas e ferramentas que promovem a redução de gastos e garantem a inserção de qualidade, gerando um produto atraente ao consumidor, são fatores essenciais a sobrevivência de uma empresa.

A procura de atender essa necessidade das empresas, diversos pesquisadores buscaram o desenvolvimento de sistemas que possam auxiliar na redução de custos e inserção da qualidade. Uma abordagem defendida por muitos (MELHADO, 1994; EVBUOMWAN; ANUMBA, 1998; BRASILIANO, 2000; FABRÍCIO, 2002; PERALTA, 2002; ROMANO, 2003; TRESCASTRO, 2005; CORRÊA, 2006; PEDRINI, 2012) que pode contribuir nesses aspectos é a engenharia simultânea (ES). Apesar do conhecimento de que essa ferramenta pode ser peça-chave para uma vantagem estratégica, não se sabe se as empresas a utilizam em seu dia-a-dia, ou mesmo se na situação atual elas estão preparadas para implementar as modificações necessárias para que a ES possa acontecer.

A indústria da construção civil tem um caráter conservador e tradicionalista, sendo muito resistente a transformações. Isso faz com que muitas tecnologias e conhecimentos novos, “de ponta”, sejam desenvolvidos para ela, mas fiquem sem real utilidade, uma vez que não são aplicados. Portanto, é importante conhecer como o mercado se comporta, se ele tem absorvido os novos conceitos e tecnologias e quais os possíveis entraves para a efetiva utilização dessas inovações.

## 1.2 PROBLEMA

Segundo Gil (2010, p. 33) “problema é qualquer questão não resolvida e que é objeto de discussão [...]”. Toda pesquisa deve partir de um problema, pois o problema é a mola propulsora da pesquisa.

Assim sendo, a partir da revisão bibliográfica realizada, percebeu-se que Engenharia Simultânea é um tema bastante discutido, com muitos trabalhos focados em montar modelos ou diretrizes (EVBUOMWANA; ANUMBA, 1998; BRASILIANO, 2000; ANUMBA *et al.*, 2000; MELHADO, 2001; FABRÍCIO, 2002; PERALTA, 2002; BOLLMANN *et al.*, 2005; SALGADO, 2008) que permitam as construtoras incorporar essa prática no seu dia-a-dia. Entretanto, devido ao caráter conservador da indústria da construção civil, sabe-se que há um distanciamento entre a prática e as indicações apontadas pelas pesquisas, surgindo assim algumas dúvidas que deram origem ao problema da pesquisa:

Problema 01: A Engenharia Simultânea (ES) é usada pelas empresas construtoras capixabas?

Partindo desse questionamento inicial surgem outras questões:

Problema 02: Como se encontra hoje a maturidade das empresas construtoras capixabas para o uso da Engenharia Simultânea?

Problema 03: Como pode ser melhorado o “nível de aplicação” da ES nas construtoras?

## 1.3 PRESSUPOSTOS

Considerando os problemas formulados tem-se as seguintes pressupostos:

Pressuposto 01: As construtoras usam alguns elementos da Engenharia Simultânea.

Pressuposto 02: As construtoras não possuem maturidade suficiente para empregar a Engenharia Simultânea de forma plena.

Pressuposto 03: As construtoras necessitam de importantes modificações para a implantação plena da ES.

## 1.4 OBJETIVOS

Com relação aos objetivos, estes podem ser divididos entre objetivo geral, que é o objetivo final da pesquisa, e objetivos específicos, que são aqueles que devem ser

cumpridos para que o objetivo geral seja atingido, estes serão expostos nos itens subsequentes.

#### **1.4.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral dessa pesquisa é identificar o nível de maturidade das empresas construtoras em relação ao uso da engenharia simultânea e propor melhorias e sugestões que permitam sua incorporação nas empresas.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Para atingir o objetivo geral citado no item anterior, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Diagnosticar como são feitas as fases de iniciação e planejamento<sup>1</sup> nas construtoras estudadas;
- Identificar ferramentas existentes para avaliar a maturidade das construtoras em relação ao uso da ES;
- Desenvolver ferramenta para avaliação maturidade adaptada à realidade local;
- Aplicar ferramenta nas construtoras locais;
- Descrever os resultados;
- Comparar os resultados entre as empresas;
- Comparar os resultados com a revisão bibliográfica;
- Identificar as possíveis causas para a não utilização plena da ES; e
- Propor sugestões para a melhoria do nível de maturidade da ES.

### **1.5 LIMITAÇÕES**

De forma a permitir uma melhor abordagem e estudo do tema, alguns recortes foram feitos. Considerando-se a área de atuação da pesquisa optou-se por trabalhar com empresas situadas na região da Grande Vitória<sup>2</sup> associadas ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Espírito Santo (SINDUSCON-ES), isso de forma a

---

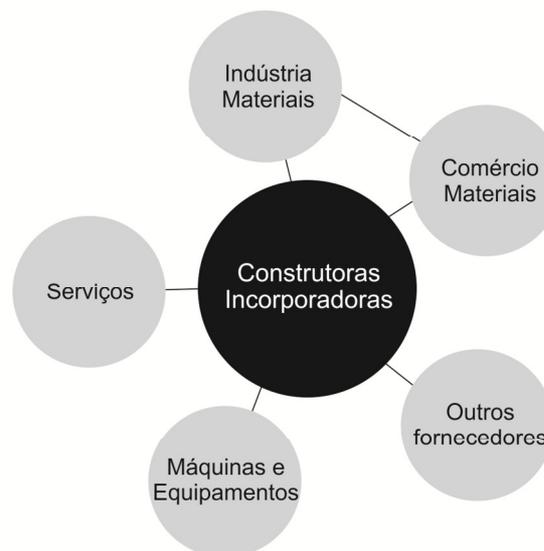
<sup>1</sup> De acordo com divisão das fases de projeto estabelecidas pelo PMI, que são: iniciação, planejamento, execução, encerramento e monitoramento e controle.

<sup>2</sup> A região da Grande Vitória é composta pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória (Lei Complementar nº318, de 17 de janeiro de 2005).

restringir a área de pesquisa e por uma facilidade de acesso a essas empresas. Considerando este fato e o número de empresas da amostra, os resultados da pesquisa não devem ser generalizados a outras localidades sem que mais análises sejam conduzidas.

A pesquisa foi direcionada às construtoras incorporadoras, pois essas são o elemento de ligação entre os diversos intervenientes presentes na cadeia produtiva da construção civil (Figura 1), já que a atividade de construção “é o núcleo dentro da cadeia produtiva” (FGV; ABRAMAT, 2010, p. 52), além das construtoras serem as responsáveis pelo contato com o cliente final.

Figura 1 – Integração construtora com o restante da cadeia produtiva da construção



Fonte: arquivo pessoal

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE, 2010), a construção encontra-se dividida em três subsetores: a construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados, considerando essa caracterização, o trabalho abordará o subsetor construção de edifícios. Inicialmente a pesquisa buscava trabalhar com construtoras que executassem edifícios residenciais ou industriais, entretanto, considerando as restrições apresentadas e tendo outras limitações como o fator tempo e a dificuldade de abertura das empresas, a ênfase do trabalho passou a ser empresas que trabalham principalmente na construção de edificações residenciais multifamiliares, conforme indicado na figura 2, contando com a participação de uma única empresa cujo foco são obras de edificações industriais.

Figura 2 – Subsetor foco pesquisa de acordo com classificação CNAE



Fonte: arquivo pessoal

Outra limitação a ser destaca foi a solidez das empresas, traduzidas na pesquisa como tempo de mercado, toda a amostra é constituída de empresas consolidadas no mercado capixaba, com pelo menos 13 anos de atuação.

## 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho foi estruturado em sete capítulos, na seguinte ordem: 1- Introdução, 2- Engenharia Simultânea, 3- Maturidade, 4- Metodologia da Pesquisa, 5- Apresentação dos Resultados, 6- Análise dos Resultados, e 7- Conclusões.

O capítulo 1 se trata do presente capítulo, onde o tema é introduzido e são apresentadas as justificativas da pesquisa, os problemas e seus pressupostos, os objetivos da dissertação, limitações do trabalho e estrutura geral da dissertação;

Os capítulos 2 e 3 constituem a revisão bibliográfica, que servem como base para o desenvolvimento desta pesquisa. Aqui são explicados os principais conceitos e fundamentos relativos à engenharia simultânea e maturidade. Também são explorados os elementos da engenharia simultânea e apresentadas as ferramentas para análises de maturidade disponíveis para construção civil.

O capítulo 4 diz respeito ao tipo e métodos de pesquisa adotados, explorando desde as etapas deste estudo à formulação das ferramentas utilizadas.

O capítulo 5 expõe os estudos de caso realizados e os dados coletados junto às empresas. No capítulo 6 são realizadas análises cruzadas entre os resultados de maturidade das empresas e também com a bibliografia estudada e, ao fim, algumas sugestões e recomendações são propostas.

Finalizando, o capítulo 7 apresenta as conclusões sobre o método de pesquisa adotado, os resultados alcançados e fornece proposições para trabalhos futuros.



# **2** **ENGENHARIA** **SIMULTÂNEA**

## 2 ENGENHARIA SIMULTÂNEA

A proposta deste capítulo é estudar a engenharia simultânea na construção civil, assim procurar-se-á:

- Entender o processo de transformações que levou ao uso da engenharia simultânea (ES);
- Definir o conceito de engenharia simultânea no âmbito da construção civil, seus objetivos e área de atuação;
- Definir as diferenças entre o processo tradicional e o processo simultâneo;
- Avaliar as contribuições e dificuldade da implementação da engenharia simultânea; e
- Identificar ferramentas de tecnologia da informação (TI) que facilitem a implantação da ES.

O presente capítulo foi feito a partir de uma extensa pesquisa bibliográfica que buscou ser a mais abrangente e diversa possível dentro do tema de Engenharia Simultânea, abordando pesquisadores de renome que trabalham com o tema tanto no Brasil, quanto no exterior, como forma de embasamento da pesquisa.

### 2.1 HISTÓRICO

A engenharia simultânea não foi um conceito desenvolvido diretamente para a indústria da construção civil, na verdade, ele surge na indústria manufatureira e sofre algumas adaptações para que também possa ser usado pela construção.

Pode-se considerar a 2ª Guerra Mundial como o início de todo esse processo de transformação, pois ela foi um difusor de águas em relação aos processos de gerenciamento de projetos. Segundo Koskela

Até a Segunda Guerra Mundial, a maioria dos projetos industriais era conduzida por um pequeno grupo de projetistas ou um único projetista generalista. Os produtos eram mais simples; os processos de produção eram mais simples. Portanto, não havia grande necessidade de métodos sistematizados de gerenciamento e coordenação de projetos (*in* ANUMBA; KAMARA; CUTTING-DECELLE (ed.), 2007, p.12, tradução nossa).

Essa realidade se altera pós 2ª Guerra, pois todo período de guerra é caracterizado por um grande desenvolvimento tecnológico que surge da necessidade dos campos de batalha e da produção de armas, e que posteriormente acaba se difundindo para o restante da sociedade. A 2ª Guerra Mundial não fez exceção a essa regra e, graças a ela, técnicas de gerenciamento de projetos e engenharia de sistemas foram

desenvolvidas e difundidas pelo mundo. Um diferencial é que o processo de transmissão dos novos conhecimentos foi ainda mais intenso no período após a Segunda Guerra Mundial, graças ao uso das tecnologias de longo alcance, como a televisão e o telefone (ANUMBA; KAMARA; CUTTING-DECELLE, 2007).

Esses novos conhecimentos serão amplamente aplicados na indústria manufatureira, principalmente na automobilística. A indústria automobilística japonesa, nessa época, estava sofrendo com a perda de mercado para as concorrentes americanas e com as dificuldades decorrentes do pós-guerra, como escassez de materiais, fragilidade econômica, entre outros. Neste cenário, a empresa Toyota observou as inovações tecnológicas surgidas, juntamente com as atitudes adotadas por seu principal concorrente, a Ford, e a situação do mercado japonês que demandava pequenas produções (GHINATO, 2000). Assim, a Toyota implanta uma série de inovações, como o *Just in Time*<sup>3</sup> e o *Jidoka*<sup>4</sup>, que revolucionam a indústria automobilística e deram início à transformação do modelo de produção existente.

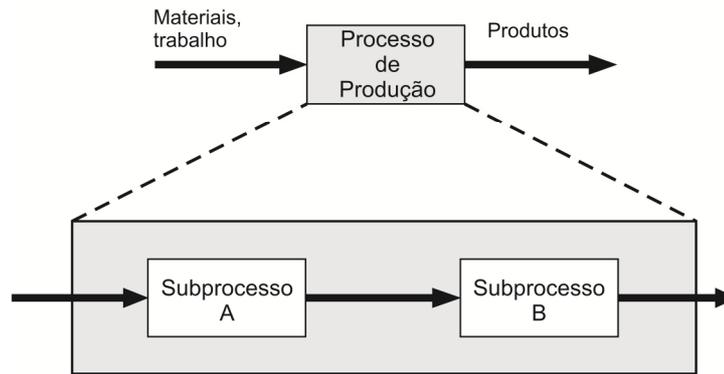
A constante necessidade de aumento da qualidade e a crescente complexidade dos projetos, aliadas as necessidades de redução de custos dos produtos e dos prazos de entrega, pressionam a indústria manufatureira a continuar se aperfeiçoando, com isso, tem-se a consolidação da transformação do modelo de produção iniciado pela Toyota. Nesse novo modelo, o sistema de produção, até então visto como uma sequência de atividades de conversão que podiam ser divididas em subprocessos (Figura 3), passa a ser visto como fluxo, tanto de material quanto de informação; considerando as atividades de conversão, que são aquelas que agregam valor, mas também incorporando as inspeções, movimentações e esperas pelas quais a produção passa, que por sua vez são consideradas como atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992), como mostra a figura 4.

---

<sup>3</sup> *Just in Time* é produzir apenas o necessário, no momento e na quantidade necessários (GHINATO, 2000).

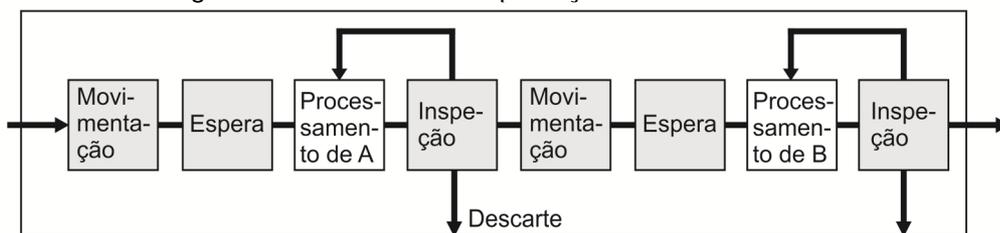
<sup>4</sup> *Jidoka* é, de forma simplificada, acentuar/visualizar os problemas (GHINATO, 2000).

Figura 3 – Modelo de produção tradicional: de conversão



Fonte: adaptado de KOSKELA, 1992.

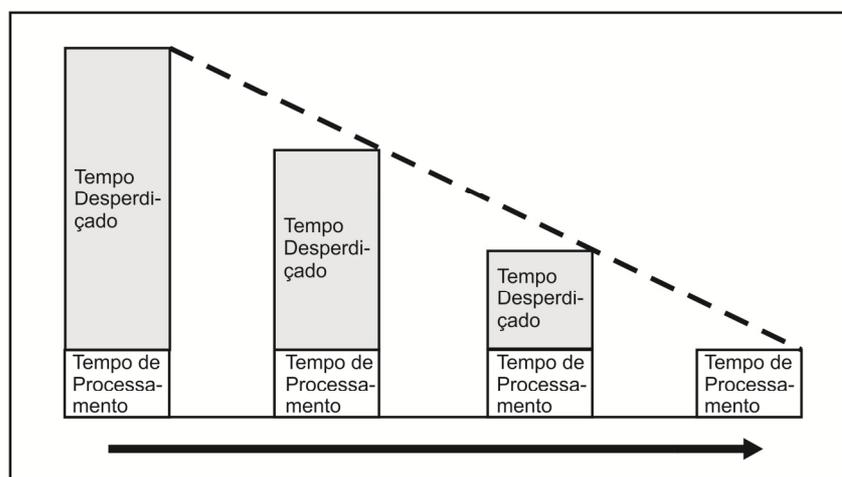
Figura 4 – Novo modelo de produção: fluxos e conversão



Fonte: adaptado de KOSKELA, 1992.

Com a consolidação do novo modelo de produção, caracterizado pela consideração dos fluxos e conversões, surge uma nova teoria para produção denominada de *Lean Production* e junto com ela aparecem uma série de teorias e ferramentas que passam a buscar o aprimoramento da produção. Uma vez que se percebe que as únicas atividades geradoras de valor são as de conversão, nota-se que o ideal é reduzir ao máximo as demais atividades para maximizar os lucros, a produção e reduzir o tempo (Figura 5) e é nesse contexto, diante dessas preocupações, que a Engenharia Simultânea surge.

Figura 5 – Desenvolvimento da produção através da redução de atividades que não agregam valor



Fonte: adaptado de KOSKELA, 1992.

O termo engenharia simultânea aparece pela primeira vez em um relatório do Instituto de Análise de Defesa norte-americano, em 1988 (FABRÍCIO; MELHADO, 1998; ANUMBA; KAMARA; CUTTING-DECELLE, 2007), mostrando uma nova forma de organização do processo de projeto e seus processos correlatos, com o objetivo de tornar o processo, de uma forma geral, mais eficiente.

### **2.1.1 Na Construção Civil**

Seguindo a tendência da indústria manufatureira, a construção civil também passa a sofrer pressões por melhorias de qualidade, de tempo e de custo. Para resolver essas questões ela se espelha na indústria manufatureira, pois “[...] baseado no fato que a construção pode ser considerada um processo de manufatura, conceitos que fazem sucesso na indústria manufatureira podem trazer melhorias similares à indústria da construção” (ANUMBA; KAMARA; CUTTING-DECELLE, 2007, tradução nossa).

Apesar de existirem inúmeras diferenças entre a indústria manufatureira e a de construção civil, ainda assim, os processos de ambas são relativamente parecidos e permitem importar ferramentas, teorias e procedimentos de sucesso de uma para outra, desde que consideradas as devidas particularidades e feitas as adaptações necessárias.

Com isso, os fluxos passam a ser incorporados no modelo da construção civil e se inicia a constituição de um novo referencial teórico denominado de *Lean Construction*, que culmina com a publicação do relatório técnico *Application of the new production philosophy to construction*, por Lauri Koskela, em 1992, e com a criação do *Technical Research Center*, na Finlândia (FORMOSO, 2002). A nova filosofia de produção (*Lean Production*) traz consigo novas ferramentas, como a Engenharia Simultânea, que da mesma forma que o *Lean Production* são apropriadas pela construção civil como uma das possíveis soluções para os problemas vivenciados pelo setor.

### **2.1.2 Na Construção Civil Brasileira**

A incorporação do *Lean Production* e da Engenharia Simultânea no Brasil possui um trajeto parecido com o internacional, com algumas particularidades.

Durante a década de 60 há uma grande demanda imobiliária no Brasil, como consequências desse fato surgem os escritórios especializados de projeto. Esse processo ocorreu inicialmente sem grandes problemas, uma vez que os projetistas, de maneira geral, eram indivíduos já experientes com vivência de obra e entendimento da gama de projetos e atividades que compõe um empreendimento. Posteriormente, esse caminho adotado acaba por gerar um problema: o distanciamento entre os responsáveis pela elaboração dos projetos da realidade de obra, ou seja, o distanciamento entre projeto e produção, que se agrava com o crescente aparecimento e especialização dos profissionais do setor.

A questão da separação entre execução e projeto se torna essencial com o decorrer do tempo, pois passa a ser responsável pela geração de uma grande quantidade de desperdícios nas obras. Então:

Em meados dos anos oitenta, algumas empresas e segmentos começaram a perceber esta necessidade de compatibilizar os projetos, aparecendo os coordenadores e/ou equipes internas ou externas de projeto, aumentando os custos das construtoras e dos projetistas, pois o trabalho de compatibilização requer uma dedicação maior de ambas as partes (MIKALDO JÚNIOR; SCHEER, 2008, p.01).

Paralelo a esse processo, o Brasil passava pelo início da sua abertura de mercado, que se consolidou nos anos 90 e trouxe para as empresas instaladas no país um grande aumento da concorrência, da demanda, e a necessidade de uma rápida resposta ao mercado. Apenas atendendo a esses requisitos as empresas podiam manter e garantir o seu espaço no mercado.

Ainda na década de 90 foi criado o Código de Defesa do Consumidor (CDC), que “foi um marco importante para a melhoria da qualidade, pois a partir dele a população passou a se tornar mais exigente quando aos serviços a ela prestados” (BRASILIANO, 2000, p.13). Isso gerou uma crescente pressão para que as construtoras apresentassem, cada vez mais, produtos de qualidade, que atendessem às demandas de mercado e com custos reduzidos.

O governo brasileiro, para assegurar a conservação das empresas nacionais, passa a incentivar nessas a busca pela qualidade, para isso cria programas como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP) – que atuava em todas as indústrias – e o Programa de Qualidade na Habitação Popular (Qualihab) em São Paulo. As construtoras começam então a buscar sistemas de gerenciamento da qualidade e paralelamente a esse processo há a inserção das normas ISO 9000 no

país e, em 1996, tem-se a primeira construtora do Brasil certificada pela ISO 9002 (BRASILIANO, 2000).

Os incentivos para que as construtoras procurem a qualidade em seus serviços são intensificados quando o governo lança, em 1998, o Programa Brasileiro da Qualidade na Construção Habitacional (PBQP-H), baseado no Qualihab, para certificar as empresas. Esse programa, no ano de 2000, foi alterado para Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H (PROGRAMA BRASILEIRO..., 20--). No entanto, a explosão na procura por sistemas de gerenciamento da qualidade na construção civil brasileira acontece quando a Caixa Econômica Federal, em 2000, adere ao PBQP-H e passa a ceder financiamento apenas para empresas que possuam essa certificação (MELHADO, 2001).

A restrição a financiamentos, aliada à crescente complexidade dos projetos, as pressões por maior qualidade, a necessidade de minimização de desperdícios e a inserção de novos fatores, como a sustentabilidade nas obras, fez com que a indústria da construção analisasse o que foi feito em outros setores industriais e passasse a conhecer o *Lean Production* e a Engenharia Simultânea.

A difusão do pensamento *Lean* faz com que as atenções se voltem para a redução dos desperdícios, para a minimização do tempo e para a inserção da qualidade em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento. Com isso, as empresas direcionam seus esforços para as etapas iniciais do empreendimento, pois diversas pesquisas, como as de Helene (2003), Calmon e Grilo (2000) e Burati *et al.* (*apud* KOSKELA, 1992), indicam que são essas etapas, em especial a etapa de projetos, as principais responsáveis por problemas apresentados nas construções.

Diante do exposto, as fases de iniciação e planejamento<sup>5</sup> passam a ocupar uma posição de destaque, pois são as etapas que apresentam os custos mais baixos e, ao mesmo tempo, que têm o maior poder de influência no edifício como um todo (CALMON; BRASILIANO, 2000). O gráfico 1 exemplifica bem essa afirmação, analisando-a verifica-se que as possibilidades de interferências são maiores nas etapas iniciais (estudo de viabilidade e projeto) e, à medida que o tempo passa, as possibilidade diminuem, pois muito do projeto e da obra já se encontra executado,

---

<sup>5</sup> De acordo com o *Project Management Institute* as fases de um empreendimento podem ser divididas em cinco: iniciação, planejamento, execução, encerramento e monitoramento e controle.

ao passo que o custo das alterações aumenta pelo mesmo motivo, já que qualquer alteração incidirá em retrabalho.

Outro aspecto que desperta o interesse é que as decisões tomadas nessas etapas iniciais são capazes de influenciar o empreendimento em toda a sua vida útil, influenciando todo o ciclo de vida e a qualidade da edificação.

Gráfico 1 – Possibilidades de modificação versus custo, ao longo do tempo



Fonte: FABRÍCIO, 2002, p.72.

Este cenário, em que os projetos começam a ser notados como elemento definidor dos aspectos da edificação e como responsáveis pela redução de custos e inserção da qualidade, demanda o emprego de técnicas que permitam o melhor desenvolvimento das etapas iniciais de uma edificação. Nesse sentido, tem-se a inserção da engenharia simultânea na indústria da construção.

## 2.2 O QUE É

Conforme explicado anteriormente, a primeira vez que o termo Engenharia Simultânea apareceu foi em um relatório do Instituto de Análise de Defesa americano, onde dizia que

Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática do projeto de produto integrado e simultâneo e o seus processos correlatos, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem tem a intenção de levar os desenvolvedores, desde o início, a considerar todos os elementos do ciclo de vida do produto desde a concepção até a deposição final, incluindo qualidade, custos, prazos e necessidades dos usuários (WINNER *et al.*, 1988, p.01, tradução nossa).

Esse relatório estava voltado para a produção de armas nos Estados Unidos, apesar disso, em pouco tempo o conceito de engenharia simultânea se espalhou e foi

adaptado, em um primeiro momento para a realidade da indústria manufatureira, conforme podemos ver na definição que se segue, em que ES é

[...] uma tentativa de otimizar o desenho de produto e o processo de manufatura para alcançar tempos de resposta reduzidos e melhorar a qualidade e custo através da integração do desenho e atividades de manufatura e por maximizando o paralelismo nas práticas de trabalho (BROUGHTON, *apud*. ANUMBA, C.; EVBUOMWAN, 1998, p.589, tradução nossa)

Apesar disso, muitos dos conceitos de ES desenvolvidos para a manufatura podem ser aplicados à construção civil, como é o caso do conceito formulado por Muniz, que diz:

E.S. é o processo no qual grupos interdepartamentais trabalham interativamente e formalmente no projeto do ciclo de vida completo do produto/serviço para encontrar e realizar a melhor combinação entre as metas de qualidade, custo e prazo (MUNIZ, *apud* FABRICIO; MELHADO, 2000, p.04)

Quando a indústria da construção passa a se interessar pela filosofia da engenharia simultânea, graças aos benefícios que ela pode gerar em seus negócios, muitas adaptações do conceito são feitas na busca por aproximar a ES a realidade do setor. Com isso, diversas conceituações são feitas, tanto no contexto internacional, quanto no nacional. Internacionalmente podemos citar o conceito elaborado por Koskela, que esclarece:

O termo se refere a um processo de projeto melhorado, caracterizado por uma antecipação rigorosa da análise de requisitos, que incorpora as restrições das fases subsequentes na fase conceitual e aperta o controle de mudanças na direção do fim do processo (KOSKELA, 1992, p.08, tradução nossa).

E também o conceito de Evbuomwana e Anumba, que explica que

Engenharia simultânea tenta otimizar o desenho do projeto e do seu processo construtivo para atingir prazos reduzidos, e uma melhora na qualidade e no custo através da integração do projeto, fabricação, construção e atividades de obra e através da maximização da simultaneidade e colaboração nas práticas de trabalho (EVBUOMWANA; ANUMBA, 1998, p.589, tradução nossa).

Em relação ao Brasil, o conceito de ES é trabalhado por alguns pesquisadores, tendo grande destaque o pesquisador Márcio Minto Fabrício, que propõe um conceito levemente diferente de engenharia simultânea para a construção civil, denominado Projeto Simultâneo, que, segundo o autor, possui os mesmos conceitos e filosofias, mas sem a rigidez dos métodos e ferramentas da ES tradicional, e é definido como

O desenvolvimento integrado das diferentes dimensões do empreendimento, envolvendo a formulação conjunta da operação

imobiliária, do programa de necessidades, da concepção arquitetônica e tecnológica do edifício e do projeto para produção, realizado através da colaboração entre o agente promotor, a construtora e os projetistas, considerando as funções subempreiteiros e fornecedores de materiais, de forma a orientar o projeto à qualidade ao longo do ciclo de produção e uso do empreendimento (FABRICIO, 2002, p.204).

Fazendo uma revisão dos conceitos apresentados, pode-se chegar a um denominador comum e formular uma nova proposta, com o objetivo de englobar os elementos essenciais da ES e que servirá como conceito da presente pesquisa. Dessa forma, temos que Engenharia Simultânea é uma proposta de trabalho que busca integrar todos os intervenientes do processo de construção de um edifício nas etapas iniciais, procurando prever problemas e adiantar tomadas de decisões, promovendo a redução de prazos e levando sempre em consideração as questões do ciclo de vida, qualidade e atendimento às demandas dos clientes, sejam eles quais forem (internos ou externos).

### **2.2.1 Objetivos**

Da mesma forma que os conceitos de engenharia simultânea são discutidos por diversos autores, os seus objetivos também o são. Há pesquisadores que acreditam que o objetivo é o paralelismo do processo, outros que consideram a integração como objetivo, existem aqueles que acreditam ser a multidisciplinaridade, ou mesmo o ciclo de vida do produto, outros ainda consideram a construtibilidade<sup>6</sup>, ou o paralelismo do processo como objetivos finais.

Mesmo com essa diversidade de opiniões é possível alcançar um consenso em relação aos principais objetivos e metas da ES, pois se nota que grande parte dos itens acima relacionados, na verdade, são elementos que contribuem para alcançar um objetivo maior. Sendo assim, identificam-se três principais objetivos na Engenharia Simultânea:

- Redução de tempo;
- Redução de custos; e
- Aumento da qualidade do produto.

---

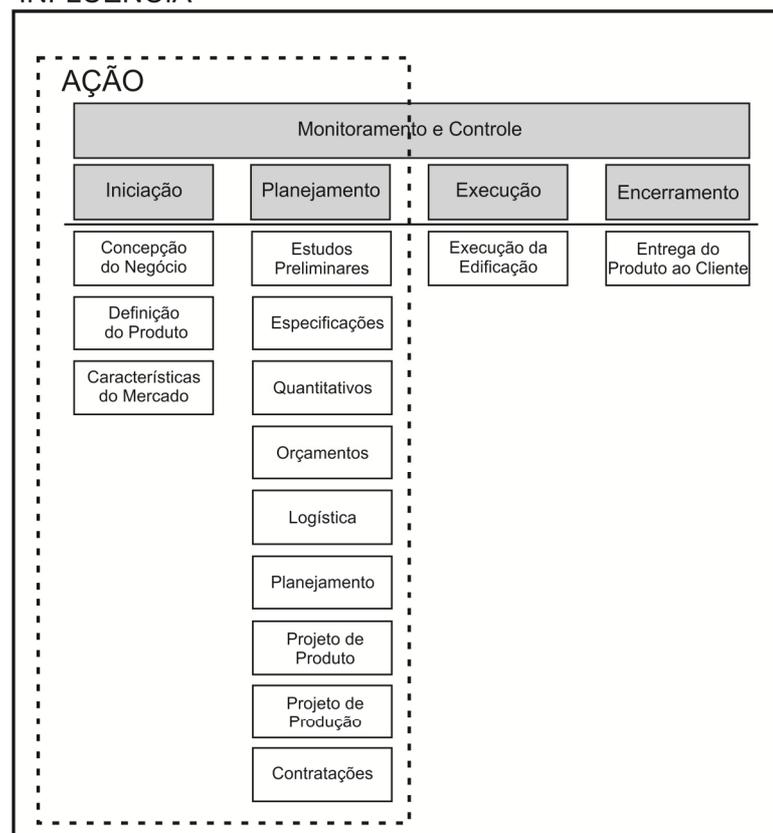
<sup>6</sup> “Construtibilidade é a capacidade de um projeto ser executado” (THE CONSTRUCTION MANAGEMENT COMMITTEE, *apud* KOSKELA, 1992).

Elementos que também são apresentados como principais objetivos da ES por pesquisadores de renome, como Koskela (1992), Fabrício (2002), Anumba; Kamara; Cutting-decelle (2007) e Addo-Tenkorang (2011).

### 2.2.2 Atuação

De acordo com o *Project Management Institute* – PMI (2008) um projeto é definido por “um esforço temporário para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”, levando essa afirmativa em consideração pode-se definir os empreendimentos imobiliários como projetos, pois são produtos exclusivos com data de início e término. Como tal, é possível dividir as fases de um empreendimento de acordo com as fases de projeto estabelecidas pelo PMI, tem-se assim um processo genérico e geral de desenvolvimento de um empreendimento, como pode ser observado na figura 6.

Figura 6 – Desenho genérico de um empreendimento imobiliário x área de atuação ES INFLUÊNCIA



Fonte: arquivo pessoal

É importante ter em mente esse processo genérico, pois a ES tem influência em todas essas etapas, apesar de ter maior atuação em algumas delas. Pelo próprio

conceito sabe-se que a abordagem simultânea busca minimizar possíveis problemas que venham acontecer através da interação dos intervenientes no início do processo e do adiantamento de tomada de decisões, com isso perceber-se que sua maior ação será nas fases de iniciação/concepção e planejamento do empreendimento.

Pode-se dizer que nesse processo o projeto assume uma posição de destaque, uma vez que ele será a consolidação, através de representação gráfica, de todas as decisões e discussões realizadas até aquele momento. Apesar disso, não se pode afirmar que os projetos são o único foco, pois para que a engenharia simultânea aconteça todo o processo construtivo deve ser considerado, assim atividades de monitoramento e controle, orçamento, planejamento de obra, entre outras, também são importantes.

Percebe-se assim o caráter pluralista da ES, que envolve todo o processo de concepção do edifício, todo seu ciclo de vida e intervenientes. A forma de atuação da ES, junto com seus elementos serão melhor detalhados nos itens seguintes.

### 2.3 MODELOS DE PROCESSO DE EMPREENDIMENTOS

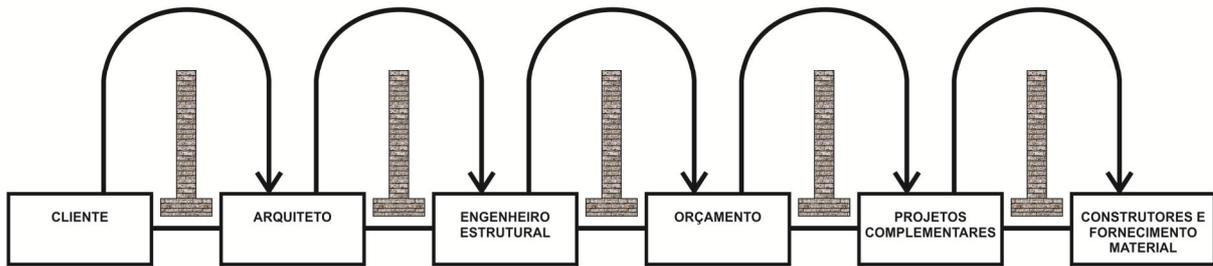
A engenharia simultânea como proposta de trabalho se desenvolve em cima de um modelo de processo de empreendimento, esse tipo de modelo é usado como balizador servindo para orientar o processo de concepção do edifício e, de forma mais específica, dos projetos.

Posto isso, é importante conhecer o modelo de processo tradicionalmente estabelecido para que possam ser feitas as devidas comparações entre ele e o modelo simultâneo, salientando as características de cada um e no que elas implicam.

#### 2.3.1 Modelo Sequencial

O modelo tradicional também é conhecido como modelo sequencial ou *over the wall* (por cima do muro). Esse processo recebe essa nomenclatura, pois nessa forma de trabalho cada interveniente só inicia uma tarefa após outro ter concluído a sua. A figura 7 ilustra bem esse processo. Criam-se grandes tempos de espera entre as etapas, que não agregam valor e que, de acordo com a nova visão da produção, deveriam ser eliminados.

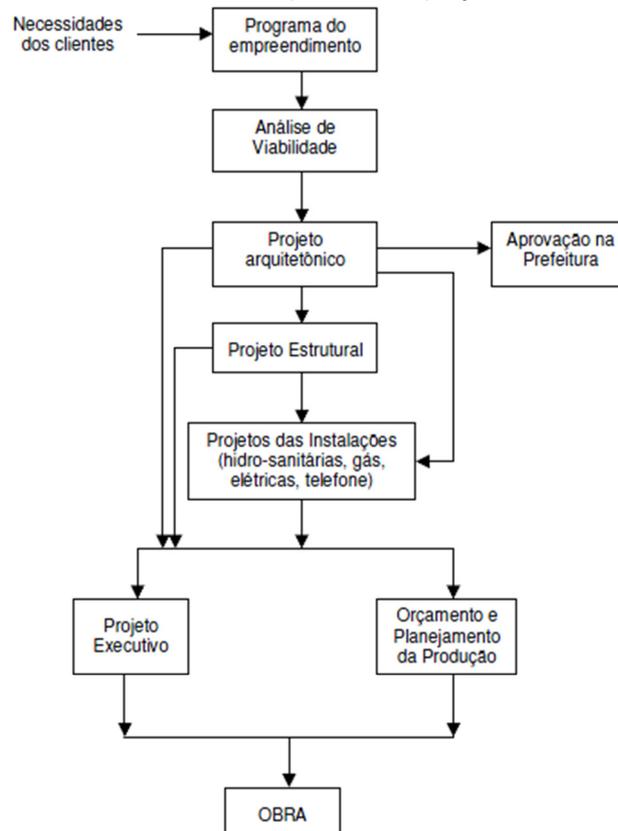
Figura 7 – Esquema da abordagem sequencial (*over the wall*)



Fonte: adaptado de ANUMBA; EVBUOMWANA, 1998.

A abordagem sequencial faz com que cada participante do processo atue em um momento específico e, geralmente, sem ou com muito pouca interação com os demais participantes do processo (Figura 8). Cada interveniente é responsável por resolver apenas os problemas da sua área de atuação, deixando de avaliar as questões da edificação como um todo e desconsiderando as possíveis interferências que poderão ocorrer entre um sistema e outro, o que certamente recairá em perda da qualidade do produto.

Figura 8 – Desenvolvimento sequencial do projeto de uma edificação



Fonte: BRASILIANO, 2000, p.66.

Como consequência há uma fragmentação do processo, fato que é bastante preocupante uma vez que posterga importantes definições, relegando-as para o

momento em que elas se tornam verdadeiros entraves ao desenvolvimento da edificação. Isto geralmente incorre em mudanças tardias no projeto, ou seja, há retrabalho e, com isso, desperdício de tempo e mão-de-obra. Muitas vezes essas decisões/interferências só são identificadas na obra, gerando um volume ainda maior de desperdício e retrabalho para resolver a questão, ameaçando a qualidade do produto final e aumentando os custos.

O orçamento é outra etapa do processo que sofre muito com as alterações e tomadas de decisão tardias, pois como geralmente acontece apenas em uma etapa inicial, em separado das demais atividades, acaba por não incorporar as mudanças e perdas decorrentes das alterações tardias no projeto, gerando uma estimativa de custos inapropriada (ANUMBA; EVBUOMWANA, 1998). Outro problema do processo sequencial é que a interface entre os intervenientes é restrita ao momento de transferência de uma fase para a outra, o que gera grande perda de informações, somado a isso questões como a discussão da qualidade dos produtos elaborados (projeto, orçamento, etc) e as revisões de projeto também só acontecem nesses poucos momentos de interação, caindo novamente nos problemas mencionados anteriormente.

Esse tipo de situação faz com que os projetistas e, como consequência, a equipe de obra acabem trabalhando “apagando incêndio” (KOSKELA, 1992). Os desenhos precisam ser feitos uma inúmera quantidade de vezes, gerando um baixo grau de compromisso entre os profissionais de projeto e os contratantes.

A separação entre equipe de projeto e o restante da construção, gera desenhos pobres, dissociados da realidade da obra e da necessidade dos clientes, que negligenciam a questão da qualidade contínua (CLARK; FUJIMOTO, *apud* ANUMBA; KAMARA; CUTTING-DECELLE, 2007). A construtibilidade também acaba sendo relegada a último plano, já que os envolvidos com a execução da obra não possuem envolvimento durante a fase de iniciação e planejamento do empreendimento.

O processo sequencial tem sua prática estimulada pela própria história do desenvolvimento imobiliário no país que levou à separação das diversas especialidades envolvidas em um empreendimento em escritórios especializados. Essa segregação contribuiu para uma escassa comunicação e integração entre as diferentes especialidades, o que somado ao volume de empreendimentos que esses

escritórios trabalham e ao proposto pelas normas e técnicas vigentes, que estimulam o sequenciamento das especialidades (FABRÍCIO; MELHADO; MESQUITA, 2002), só fez intensificar e garantir que o processo sequencial se instalasse como a forma tradicional de desenvolvimento de empreendimentos.

Entretanto, percebe-se que “neste novo cenário, a engenharia tradicional sequencial já não consegue dar respostas em tempo hábil” (KRUGLIANSKAS, *apud* TAVARES JÚNIOR; POSSAMAI; NETO, 2002, p. 02), às crescentes pressões impostas ao setor de construção civil “têm induzido a práticas diferenciadas de organização dos projetos” (MELHADO, 1999, p.05), que procuram evitar os problemas acima descritos e alcançar redução de prazos, custos e maior qualidade nos empreendimentos. Por esta razão a Engenharia Simultânea tem sido um foco de interesse da construção, principalmente porque são nas fases iniciais, de iniciação e de projeto, que as decisões têm maior poder de influência sobre o empreendimento a um menor custo.

### 2.3.2 Modelo Simultâneo

Para alcançar seus três objetivos centrais, redução de custo e prazo e aumento da qualidade, a ES apresenta alguns elementos e características que definem sua forma de funcionamento. Essas características variam, segundo Fabrício (2002), de acordo com a ênfase de quem as estuda e as emprega e conforme o ambiente produtivo em questão. O quadro 1 apresenta uma compilação de vários trabalhos sobre os elementos que compõem a ES.

Quadro 1 – Elementos da ES por diversos autores (continua)

Autores	Elementos Básicos da Engenharia Simultânea
1 COFFMAN (1987), <i>apud</i> JUNQUEIRA (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto para manufatura e montagem ainda na fase de projeto do produto;</li> <li>• Equipes multidisciplinares;</li> <li>• Coordenação.</li> </ul>
2 STOLL (1988)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto simultâneo do produto e do processo</li> </ul>
3 MCHUGH e WILSON (1989) <i>apud</i> JUNQUEIRA (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foco nas necessidades dos clientes externos e internos;</li> <li>• Realização de projetos no processo Design Function Matrix;</li> <li>• Organização voltada para realização de atividades em paralelo.</li> </ul>

Quadro 1 – Elementos da ES por diversos autores (continuação)

Autores	Elementos Básicos da Engenharia Simultânea			
4 DIERDONCK (1990) <i>apud</i> JUNQUEIRA (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobreposição de atividades durante o projeto como um catalisador da solução de problemas de processo;</li> <li>Substituição da comunicação em blocos pela comunicação em diálogos interativos mais eficaz e poupadora de tempo na troca de informações;</li> <li>Criação de estrutura de projetos multidisciplinares;</li> <li>Quebra de barreiras departamentais – visão interdepartamental para o projeto;</li> <li>Conscientização das pessoas na empresa sobre o papel do desenvolvimento do produto sobre a competitividade.</li> </ul>			
5 CHAMBERLAIN (1991) <i>apud</i> JUNQUEIRA (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição de metas de projeto;</li> <li>Trabalho em equipe;</li> <li>Desenvolvimento em paralelo de atividades;</li> <li>Padronização de projetos;</li> <li>Gerenciamento do processo de projeto.</li> </ul>			
6 CARTER e BAKER (1992)	<b>Organização:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Integração da equipe;</li> <li>Empowerment;</li> <li>Treinamento e educação;</li> <li>Automação do suporte;</li> </ul>	<b>Infraestrutura de comunicação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão do produto;</li> <li>Disponibilidade de dados sobre o produto;</li> <li>Retroalimentação;</li> </ul>	<b>Requerimentos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definição das necessidades;</li> <li>Planejamento metodológico;</li> <li>Planejamento prospectivo;</li> <li>Validação;</li> <li>Padronização;</li> </ul>	<b>Desenvolvimento de produto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Engenharia de componentes ou de valor;</li> <li>Otimização.</li> </ul>
7 KOSKELA (1992)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhoria do processo de projeto, através de uma análise inicial rigorosa dos requisitos;</li> <li>Uso de equipes de trabalhos multidisciplinares;</li> <li>Sobreposição de fases;</li> <li>Grande troca de informações.</li> </ul>			
8 SCHRAGE (1993) <i>apud</i> HUOVILA <i>et al.</i> (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abordagem de alto nível do projeto, baseada em sistemas de engenharia;</li> <li>Forte interface com o cliente;</li> <li>Equipes multifuncionais e multidisciplinares;</li> <li>Benchmarking de projeto e prototipagem por meio de modelos digitais;</li> <li>Simulação de performance do produto e dos processos de manufatura e suporte;</li> <li>Simulações e avaliações dos maiores riscos previsíveis;</li> <li>Envolvimento precoce dos subcontratados e vendedores;</li> <li>Foco da empresa voltado à melhoria contínua do aprendizado.</li> </ul>			
9 MURMANN (1994) <i>apud</i> HUOVILA <i>et al.</i> (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição clara dos objetivos do empreendimento;</li> <li>Concentração de recursos no início do projeto;</li> <li>Pré-desenvolvimento visando reduzir incertezas técnicas;</li> <li>Melhoria do planejamento do empreendimento;</li> <li>Promoção da sobreposição e do desenvolvimento de tarefas em paralelo;</li> <li>Ampliação da competência e da responsabilidade do administrador do empreendimento;</li> <li>Desenvolvimento de conhecimentos especializados e multifuncionais;</li> <li>Consideração precoce da manufaturabilidade do conceito do projeto;</li> <li>Promoção da comunicação entre os funcionários;</li> <li>Intensificação do controle de tempo e custos de desenvolvimento.</li> </ul>			

Quadro 1 – Elementos da ES por diversos autores (continuação)

Autores	Elementos Básicos da Engenharia Simultânea		
10 LAUFER (1997) <i>apud</i> FORMOSO; TRESCASTRO e CODINHOTO (2006)	Planejamento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento sistemático e integrado;</li> <li>• Decisões no tempo adequado e ajustadas à incerteza;</li> <li>• Isolamento e absorção da incerteza, incluindo a utilização.</li> </ul>	Liderança e Integração: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderança voltada tanto aos ambientes interno e externo do empreendimento;</li> <li>• Trabalho em equipe;</li> <li>• Sobreposição de etapas, de forma a envolver os participantes de etapas subsequentes o mais cedo possível.</li> </ul>	Sistemas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimentos simples para a execução e registros de casos de sucesso;</li> <li>• Intensa comunicação, incluindo tanto contatos pessoais e outros meios;</li> <li>• Monitoramento sistemático do empreendimento.</li> </ul>
11 PRASAD (1997) <i>apud</i> FORMOSO; TRESCASTRO e CODINHOTO (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos de trabalho em paralelo;</li> <li>• Decomposição do produto de forma a facilitar o projeto;</li> <li>• Programação dos recursos a serem compartilhados;</li> <li>• Uso de diferentes estratégias para a gestão do tempo;</li> <li>• Minimização de interfaces;</li> <li>• Comunicação transparente;</li> <li>• Rápida realização de atividades.</li> </ul>		
12 KAMARA <i>et al.</i> (1997) <i>apud</i> FORMOSO; TRESCASTRO e CODINHOTO (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoio organizacional para facilitar trabalho concorrente;</li> <li>• Uso de equipes multidisciplinares;</li> <li>• Consideração do ciclo de vida do produto desde as fases iniciais do desenvolvimento do produto;</li> <li>• Processamento paralelo ou concorrente;</li> <li>• Gestão das informações para facilitar o adequado fluxo das mesmas entre equipes e entre etapas do desenvolvimento do produto;</li> <li>• Integração de tecnologias e ferramentas que facilitam o desenvolvimento simultâneo de projetos;</li> <li>• Melhoria contínua dos processos;</li> <li>• Contínuo foco nos requisitos dos clientes.</li> </ul>		
13 ANUMBA e EVBUOMWAN (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise adequada e estabelecimentos dos requisitos e especificações do cliente;</li> <li>• Melhoria e manutenção da qualidade do produto;</li> <li>• Integração do projeto do produto e seus processos de manufatura (construção) e produção;</li> <li>• Consideração de todas as questões do ciclo de vida que afetam o projeto do empreendimento;</li> <li>• Resolução e gerenciamento de trocas e conflitos nos estágios iniciais do projeto;</li> <li>• Redução do tempo de desenvolvimento e dos custos do produto;</li> <li>• Processo de projeto paralelo.</li> </ul>		
14 GUNASEKARA N; LOVE e LI (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise detalhada dos requisitos do cliente;</li> <li>• Análise detalhada do ciclo de vida do produto;</li> <li>• Desenvolvimento de soluções de projeto inovadoras que sejam simples de produzir e construir;</li> <li>• Integração e coordenação de tarefas interdependentes;</li> <li>• Integração dos processos de projeto, produção e manufatura;</li> <li>• Minimização das mudanças ao longo do desenvolvimento do projeto;</li> <li>• Minimização das atividades que não agregam valor;</li> <li>• Implementação de equipes multidisciplinares;</li> <li>• Implementação do processo de melhoria contínua.</li> </ul>		

Quadro 1 – Elementos da ES por diversos autores (conclusão)

Autores	Elementos Básicos da Engenharia Simultânea
15 HARTLEY (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipes multidisciplinares de projeto;</li> <li>• Definição dos produtos focando os consumidores;</li> <li>• Desenvolvimento simultâneo do produto e do processo de manufatura;</li> <li>• Controles de qualidade e marketing.</li> </ul>
16 BRASILIANO (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simultaneidade nas atividades de desenvolvimento de um produto;</li> <li>• A qualidade de projeto concerne a todos os departamentos;</li> <li>• Consideração do ciclo de vida do produto;</li> <li>• Qualidade introduzida desde o início do projeto.</li> </ul>
17 KHALFAN (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de equipes multidisciplinares;</li> <li>• Adoção de uma filosofia organizacional baseada em processos;</li> <li>• Lideranças comprometidas com a filosofia;</li> <li>• Equipes habilitadas e capazes;</li> <li>• Uso de ferramentas para auxiliar a integração de projetos;</li> <li>• Uso de métodos de otimização da produção dos projetos e de sua manufatura e suporte;</li> <li>• Compartilhamento de informações e uso de sistemas de comunicação e coordenação;</li> <li>• Adoção de protocolos e padrões.</li> </ul>
18 FABRÍCIO (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização do projeto;</li> <li>• Desenvolvimento em paralelo das atividades de projeto;</li> <li>• Times multidisciplinares;</li> <li>• Estrutura organizacional e interatividades nas equipes de projeto;</li> <li>• Uso de tecnologia da informação na gestão do processo;</li> <li>• Coordenação de projetos;</li> <li>• Satisfação dos clientes.</li> </ul>
19 FABRÍCIO; MELHADO e MESQUITA (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivo a interação dos participantes de equipes multidisciplinares, enfatizando o papel do coordenador do projeto;</li> <li>• Execução paralela das fases dos processos de desenvolvimento do produto. Especialmente o desenvolvimento integrado do projeto do produto e da produção;</li> <li>• Forte orientação para a satisfação dos clientes e usuários (transformação dos desejos do cliente em especificações de projeto), eliminação de atividades que não agregam valor ao produto.</li> </ul>
20 PERALTA (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipe multidisciplinar;</li> <li>• Produto definido em termos de cliente, traduzidos em termos de engenharia com um grande detalhamento;</li> <li>• Projeto por parâmetros para assegurar a otimização da qualidade;</li> <li>• Projeto orientado a fabricação e montagem;</li> <li>• Desenvolvimento simultâneo de produto, equipamento de fabricação e processos, controle da qualidade e marketing.</li> </ul>
21 CORRÊA (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo simultâneo;</li> <li>• Foco na qualidade e custo;</li> <li>• Ênfase na satisfação do cliente;</li> <li>• Cooperação estreita e envolvimento das equipes de trabalho.</li> </ul>
22 MOHAMAD, BALDWIN e YAHYA (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consideração dos requisitos do ciclo de vida do empreendimento nos projetos;</li> <li>• Trabalho em equipe;</li> <li>• Redução do tempo de desenvolvimento das etapas;</li> <li>• Foco nas necessidades dos clientes.</li> </ul>

Fonte: adaptado de FABRÍCIO, 2002.

Apesar da variedade de elementos presente é possível observar alguns pontos comuns entre as pesquisas. Analisando e interpretando esses pontos é possível definir para a pesquisa os elementos principais da engenharia simultânea:

- antecipação de fases e decisões (COFFMAN, 1987, *apud* JUNQUEIRA, 1994; CARTER e BAKER, 1992; KOSKELA, 1992; SCHRAGE, 1993, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; MURMANN, 1994, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; LAUFER, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; KAMARA *et al.*, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; ANUMBA e EVBUOMWAN, 1998; GUNASEKARAN, LOVE e LI, 1998);
- simultaneidade das atividades (STOLL, 1988; MCHUGH e WILSON, 1989, *apud* JUNQUEIRA, 1994; DIERDONCK, 1990, *apud* JUNQUEIRA, 1994; CHAMBERLAIN, 1991, *apud* JUNQUEIRA, 1994; KOSKELA, 1992; MURMANN, 1994, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; LAUFER, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; PRASAD, 1997, *apud* FORMOSO; TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; KAMARA *et al.*, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; ANUMBA e EVBUOMWAN, 1998; GUNASEKARAN, LOVE e LI, 1998; HARTLEY, 1998; BRASILIANO, 2000; FABRÍCIO, 2002; FABRÍCIO; MELHADO e MESQUITA, 2002; PERALTA, 2002; CORRÊA, 2006);
- multidisciplinaridade (COFFMAN, 1987, *apud* JUNQUEIRA, 1994; DIERDONCK, 1990, *apud* JUNQUEIRA, 1994; CHAMBERLAIN, 1991, *apud* JUNQUEIRA, 1994; KOSKELA, 1992; SCHRAGE, 1993, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; MURMANN, 1994, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; LAUFER, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; KAMARA *et al.*, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; GUNASEKARAN, LOVE e LI, 1998; HARTLEY, 1998; KHALFAN, 2001; FABRÍCIO, 2002; FABRÍCIO; MELHADO e MESQUITA, 2002; PERALTA, 2002; MOHAMAD, BALDWIN e YAHYA, 2008);
- integração dos intervenientes (COFFMAN, 1987, *apud* JUNQUEIRA, 1994; DIERDONCK, 1990, *apud* JUNQUEIRA, 1994; CHAMBERLAIN, 1991, *apud* JUNQUEIRA, 1994; CARTER e BAKER, 1992; KOSKELA, 1992; SCHRAGE, 1993, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; MURMANN, 1994, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; LAUFER, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; PRASAD, 1997, *apud* FORMOSO; TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; KAMARA *et al.*, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; ANUMBA e

EVBUOMWAN, 1998; GUNASEKARAN, LOVE e LI, 1998; KHALFAN, 2001; FABRÍCIO, 2002; CORRÊA, 2006), e

- busca e inserção da qualidade (MCHUGH e WILSON, 1989, *apud* JUNQUEIRA, 1994; CARTER e BAKER, 1992; SCHRAGE, 1993, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; MURMANN, 1994, *apud* HUOVILA *et al.*, 1994; LAUFER, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; KAMARA *et al.*, 1997, *apud* FORMOSO, TRESCASTRO e CODINHOTO, 2006; ANUMBA e EVBUOMWAN, 1998; GUNASEKARAN, LOVE e LI, 1998; HARTLEY, 1998; BRASILIANO, 2000; FABRÍCIO, 2002; FABRÍCIO; MELHADO e MESQUITA, 2002; PERALTA, 2002; CORRÊA, 2006; MOHAMAD, BALDWIN e YAHYA, 2008),

Esses cinco elementos serão abordados, um a um, a seguir.

#### 2.3.2.1 Antecipação de Fases e Decisões

Essa característica procura trazer as tomadas de decisões para as fases iniciais de concepção da edificação. O objetivo é que as deliberações importantes a respeito da edificação, como a tecnologia e os materiais usados na obra, qual o tipo de sistema de abastecimento de água, qual a técnica construtiva, entre outros, já sejam tomadas durante a elaboração do programa e do projeto, possibilitando um orçamento e planejamento adequados. Dessa forma é possível minimizar problemas e possíveis retrabalhos que surgiriam no futuro para se adequar o projeto e a obra a essas decisões técnicas, garantindo maior qualidade e eficiência à edificação e seus processos.

Trabalhar com engenharia simultânea significa trazer para a fase de concepção do projeto todas as dúvidas e incertezas que existiriam no decorrer do processo do empreendimento: Quanto custará? Como será a manutenção? Esses sistemas juntos não causarão interferência? Como será o uso? Perguntas como essas são respondidas antes mesmo do desenvolvimento do projeto e, dessa forma, quando o projeto se inicia, já se trabalha com certezas, com todos intervenientes conscientes das decisões tomadas e do porquê dessas decisões.

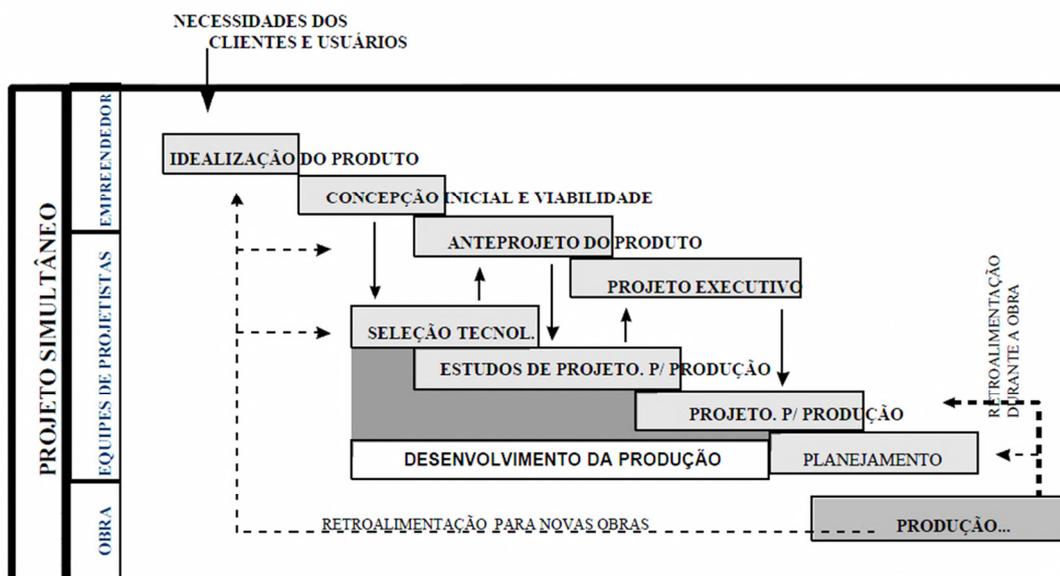
Esse tipo de procedimento reduz gastos futuros, pois “um dos princípios norteadores da engenharia simultânea é que ‘quanto mais tarde são realizadas mudanças nos projetos, mais onerosas elas se tornarão’” (CASTELLS; LUNA *apud* FABRÍCIO, 2002, p.160). A antecipação de tomadas de decisões também estimula a

incorporação de novas tecnologias, já que preconiza a definição dessas no início do processo (fases de iniciação e planejamento), onde há maior liberdade para propor soluções (FABRÍCIO, 2002).

### 2.3.2.2 Simultaneidade das Atividades

A proposta da engenharia simultânea procura promover a realização de várias etapas do desenvolvimento do edifício de forma paralela. A ideia é, dessa forma, identificar mais fácil e rapidamente pontos de conflito entre as etapas e projetos, aumentar a integração entre os mesmos e, trazendo mais para frente etapas que seriam relegadas a um desenvolvimento posterior, minimizar o tempo de projeto, tudo isso graças ao paralelismo das atividades. A figura 9 apresenta um esquema de como algumas atividades, especialmente os projetos, podem ser desenvolvidas simultaneamente.

Figura 9 – Interação de etapas no desenvolvimento de um novo empreendimento com uso da ES



Fonte: FABRÍCIO; MELHADO, 1998, p.05.

No processo simultâneo as definições são feitas de forma conjunta, já que as atividades são realizadas em paralelo. Evita-se assim que decisões sejam realizadas por um único interveniente, o que poderia comprometer o empreendimento caso as decisões desconsiderassem a relação com as outras atividades do empreendimento e o ciclo de vida do mesmo. Esse tipo de situação levaria ao desenvolvimento de um projeto inadequado, que no processo sequencial seria seguido pelos demais, gerando retrabalho a inúmeros intervenientes quando da identificação das

inconsistências, além de perda de qualidade e tempo. Assim o paralelismo diminui o tempo do empreendimento, possibilitando que os produtos sejam lançados mais rápido.

O paralelismo das atividades também contribui para a construtibilidade através “da simplificação de produtos, eliminação de etapas e interfaces de processos” (FABRÍCIO, 2002, p.161). Esse tipo de interação faz com que ocorra uma menor perda de informações, já que as trocas acontecem a todo o momento, ao invés de apenas em momentos específicos, como ocorre no processo tradicional.

### 2.3.2.3 Multidisciplinaridade

A engenharia simultânea só é possível através de uma equipe multidisciplinar que opere desde o início da concepção do produto em parceria, buscando sempre atender aos clientes internos e externos do processo de produção do edifício da melhor forma possível.

Tanto o adiantamento das tomadas de decisões, quanto a simultaneidade das atividades só acontece quando o processo conta com um equipe multidisciplinar que age de forma conjunta (Figura 10). São as interações entre esses agentes, de todas as áreas (manutenção, execução, sistemas prediais, entre outros) com conhecimentos distintos, que possibilitarão o desenvolvimento de um produto de qualidade, que considera todas as etapas do ciclo de vida da edificação.

Figura 10 – Configuração de equipe multidisciplinar de projeto



Fonte: FABRÍCIO, 2002, p.162.

Para que essa equipe consiga trabalhar de forma adequada é necessária a figura do coordenador, que será responsável por integrar os projetistas, divulgar as diretrizes de projeto da empresa, identificar a necessidade de uso de consultores, enfim, deverá coordenar e acompanhar o processo como um todo. O coordenador faz o papel do grande articulador do processo e atua intermediando os *trade offs* entre os intervenientes.

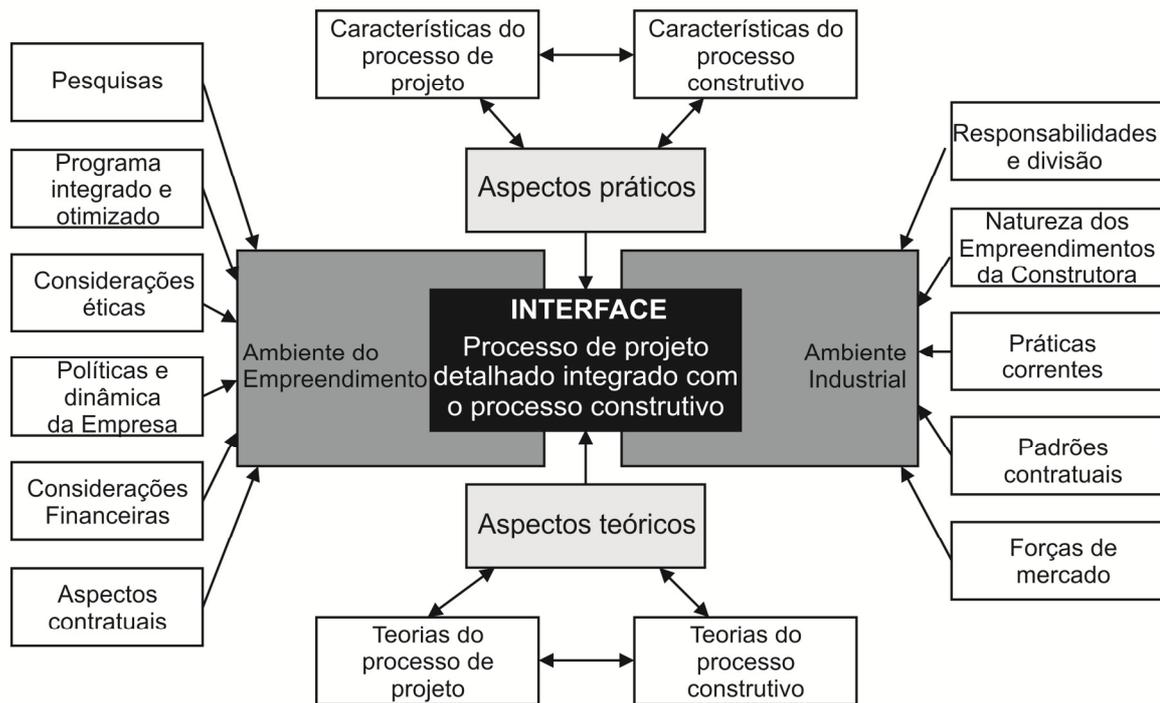
É importante destacar que para o melhor desenvolvimento do empreendimento é necessário que se tenha uma equipe treinada, com projetistas com conhecimento das técnicas e padrões construtivos da empresa e que exista uma parceria entre a construtora e as empresas contratadas (projetistas, orçamento, fornecedores, etc). O estabelecimento de parcerias é uma forma de motivar projetistas e fornecedores a adotar os procedimentos padrões da contratante e, assim, se trabalhar com uma equipe que tenha conhecimento das possibilidades e técnicas construtivas usadas pela construtora.

#### 2.3.2.4 Integração dos Intervenientes

Para que a o processo aconteça corretamente e a multidisciplinaridade funcione, é necessária a existência de uma comunicação eficiente e eficaz entre todos os intervenientes do processo (MIKALDO JÚNIOR; SCHEER, 2008). Essa integração deve acontecer desde as etapas iniciais, de briefing e estudo de viabilidade, mas será essencial no desenvolvimento do projeto, pois, como dito anteriormente, esse representa uma condensação de todas as decisões tomadas no processo e embasará a obra.

A figura 11 mostra como esta comunicação deve ocorrer, como o projeto é o elemento central do processo, que liga os aspectos práticos, teóricos, e os ambientes do empreendimento e industrial, aos quais o empreendimento está relacionado. É essencial aqui que todas as disciplinas e áreas se relacionem, garantindo que as decisões tomadas considerem os diversos aspectos e necessidades dos envolvidos no empreendimento.

Figura 11 – Estrutura geral das interfaces entre os processos de projeto e construção



Fonte: adaptado de MITCHELL *et. al.*, 2011.

Para que o produto possa atender as necessidades dos usuários finais e ter sucesso é necessário que o projeto analise e atenda as necessidades do ambiente do empreendimento, que é o ambiente externo no qual o empreendimento se encontra inserido e faz parte (MITCHELL *et al.*, 2011). Mas além de se preocupar com o ambiente externo, o projeto também deve considerar as demandas do ambiente interno, da organização, do seu ambiente industrial, ou seja, as necessidades e limitações da equipe de execução da obra, os materiais e tecnologias disponíveis, as possibilidades e método construtivo usados na construtora, entre outros, esses elementos são essenciais para um projeto exequível, com qualidade e construtibilidade.

Geralmente essas demandas distintas culminam com a elaboração de dois tipos de projeto, um projeto do produto, mais voltado a atender as necessidades do ambiente externo (órgãos licenciadores e cliente final) e um projeto para produção, que é aquele com detalhes construtivos no qual a obra se baseia, caracterizando a interface produto-produção. Apesar das diferenças, é essencial que a elaboração dos dois tipos de projeto ocorra de maneira simultânea com a participação e troca de informações entre todos os intervenientes, assegurando o paralelismo das atividades, as discussões interdisciplinares e considerando através dessas ações a qualidade e a redução de tempo e custos.

Para garantir que o processo de integração tenha sucesso é necessária a retroalimentação do mesmo, pois é importante analisar se as soluções usadas foram as melhores e de fato atendem as demandas dos clientes (externos e externos). Portanto, a interface existente com o ambiente industrial continua a acontecer mesmo depois dos projetos finalizados, já que é essencial levar aos participantes da etapa de planejamento (projetistas, orçamentistas, etc) informações a respeito de possíveis desvios, interferências e erros que possam ter ocorrido entre o que foi proposto e o executado. Essa “integração” culmina com a elaboração de projetos *as built* (como executado) e uma análise crítica das soluções adotadas que deverão ser considerados em futuros empreendimentos.

Da mesma forma que a interface com o ambiente industrial não cessa ao fim dos projetos, o mesmo acontece com a interface com o ambiente externo, pois deve-se analisar o edifício ao longo de seu uso, procurando identificar se a proposta atendeu as demandas dos usuários, se teve o desempenho esperado e colher informações a respeito da manutenção da edificação. Essa integração posterior traz informações importantes a respeito dos clientes e das soluções adotadas que deverão constituir parte do banco de dados da empresa.

Brasiliiano (2000) ainda destaca que a integração dos diferentes intervenientes de forma simultânea no processo assegura a participação de todos, dessa forma a responsabilidade pelo sucesso ou fracasso do produto passa a ser de toda equipe.

Assim,

[...] quebra-se o ‘jogo de empurra’ existente na forma sequencial de desenvolvimento de produtos, onde cada setor só se responsabiliza pela sua etapa no processo, e não pela repercussão de suas tomadas de decisão nos setores subsequente (BRASILIANO, 2000, p. 77).

### 2.3.2.5 Busca e Inserção da Qualidade

A qualidade na construção “deve ser constituída pela interação de uma série de fatores” (FABRÍCIO, 2002, p. 145). O conceito de qualidade na construção de uma edificação varia de acordo com a visão do cliente, e os clientes na construção civil vão desde os usuários finais (clientes externos), aos projetistas, orçamentistas, obras, entre outros (clientes internos), portanto há uma grande variação no conceito de qualidade para em empreendimento.

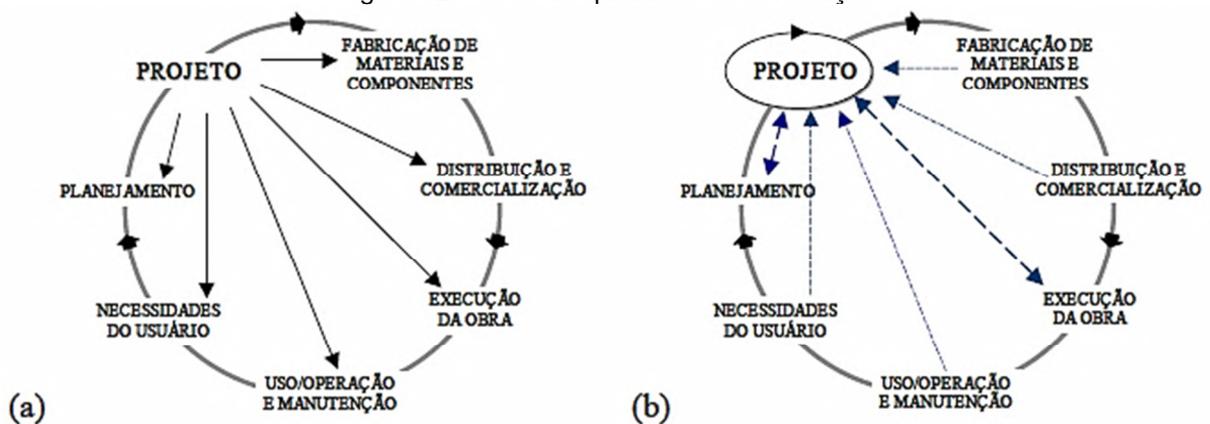
Por exemplo, um orçamentista precisa de um projeto com muitas informações para fazer um orçamento adequado, da mesma forma que um programa vago irá gerar um projeto igualmente insatisfatório. Por isso, para um empreendimento ter

qualidade, essa deverá ser considerada em todas as etapas e por todos os intervenientes, pois “ao longo da produção e do uso de um produto, diferentes funções e características são valorizadas e consideradas como componentes importantes da qualidade” (FABRÍCIO, 2002, p. 145).

Assumindo que a qualidade varia de acordo com a demanda de cada cliente, uma edificação terá diferentes tipos de qualidade ao longo de seu ciclo de vida. Dessa forma, é necessário que todas as fases do ciclo do produto sejam consideradas na elaboração de um edifício e por esta mesma razão a qualidade deverá ser buscada em todas as etapas do empreendimento.

O elemento com maior influência sobre o empreendimento é o projeto, de forma que as definições tomadas na etapa de projeto repercutem em toda a vida útil da obra (Figura 12a). Por esta mesma razão é que, durante a elaboração dos projetos, todo o ciclo de vida da edificação com seus elementos constituintes deverão ser apreciados (Figura 12b), as decisões desta etapa devem ser tomadas de maneira consciente, de forma a garantir o melhor desempenho e qualidade da edificação para todos os indivíduos que, em algum momento, farão parte do seu ciclo de vida.

Figura 12 – Ciclo da qualidade na construção



(a) as implicações do projeto no ciclo da qualidade;

(b) agentes e etapas a serem considerados no desenvolvimento da qualidade durante o projeto.

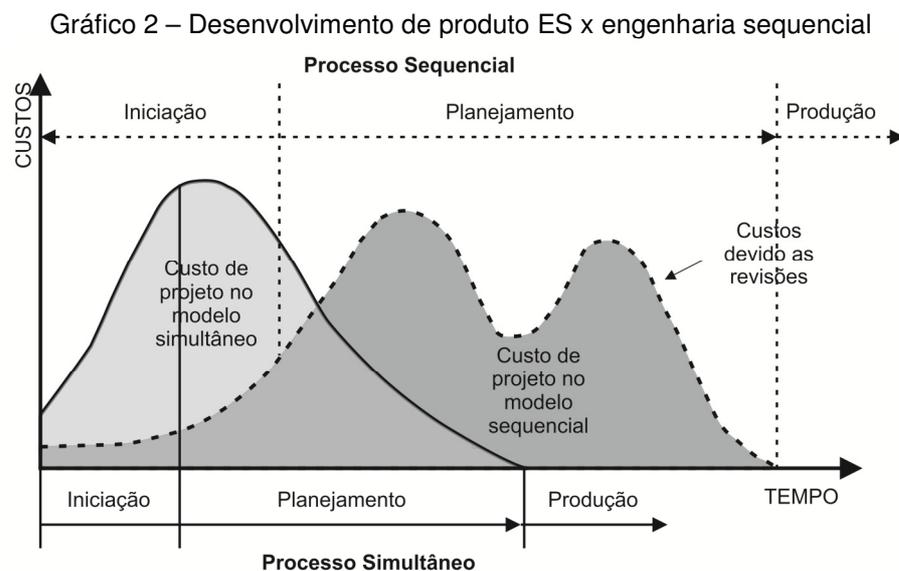
Fonte: FABRÍCIO, 2002, p.200.

O modelo simultâneo é uma junção de todas as características mencionadas nos subitens anteriores, que trabalhando conjuntamente atuam com o objetivo de gerar um empreendimento com prazos e custos reduzidos que considere as questões da qualidade em todo o seu ciclo de vida.

### 2.3.3 Modelo Simultâneo x Modelo Sequencial

Analisando os dois modelos de processo apresentados, percebe-se que o modelo simultâneo busca resolver todas as possíveis questões que possam aparecer em um empreendimento ainda nas etapas iniciais, gerando melhorias. Essa visão é corroborada por outros pesquisadores como Koskela e Huovila (*apud* FABRÍCIO, 2002, p. 167), segundo os quais “uma das principais vantagens da ES é a diminuição das incertezas no processo de projeto”.

Comparando os dois processos, o simultâneo exige um maior investimento inicial, em relação à dedicação dos envolvidos, ao tempo despendido e aos investimentos com estudos, projetos, orçamentos e análises. Isso não acontece no modelo sequencial, mas o baixo investimento no planejamento e nos projetos acaba resultando em retrabalhos, adequações e perdas, gerando um gasto posterior que não acontece no processo sequencial, como pode ser visto no gráfico 2, tornando o processo tradicional mais dispendioso que o simultâneo.



A engenharia simultânea acaba se tornando uma vantagem econômica, pois apesar do maior investimento inicial permite uma considerável redução nos gastos e no tempo dos empreendimentos nas fases subsequentes, que, de acordo com Anumba; Kamara; Cutting-Decelle (2007, p. 04, tradução nossa), essas “[...] reduções no tempo de desenvolvimento de projeto chegam a mais de 70 por cento”.

O paralelismo das atividades, associado às equipes multidisciplinares e à consideração de todo o ciclo de vida do empreendimento e de todos os participantes

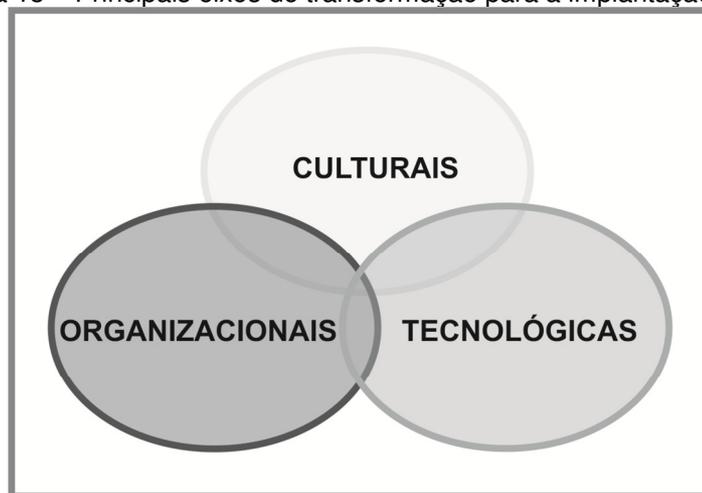
do processo (incluindo os usuários) garantem uma melhor comunicação entre os intervenientes, gerando um produto que atenda às necessidades dos clientes e com qualidade muito maior que os desenvolvidos de maneira sequencial. Percebe-se, portanto, que a engenharia simultânea tende a oferecer produtos superiores quando comprados com os oferecidos pelo método tradicional.

#### 2.4 DIFICULDADES PARA A IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O setor da construção civil é tradicionalmente conservador; pesquisas indicam que “uma nova tecnologia, supostamente superior, não implica a sua adoção imediata [...]” (CALMON; NOGUEIRA-CAMPOS; PINTO, 2008, p. 09), o que torna a absorção de inovações, como a ES, um processo difícil e lento.

Existem três eixos principais, que exigem transformações para que a engenharia simultânea possa se desenvolver (Figura 13). O primeiro desses eixos diz respeito à questão cultural, pois é preciso mudar a forma como os agentes veem e entendem o processo e o papel do projeto nesse processo. Os intervenientes e principalmente os empreendedores devem aprender a valorizar os projetos, que muitas vezes são vistos apenas como uma etapa a ser cumprida.

Figura 13 – Principais eixos de transformação para a implantação da ES



Fonte: FABRÍCIO, 2002, p.205.

Outra barreira de cunho cultural que precisa ser vencida é a forma de relacionamento entre os projetistas e o restante dos intervenientes do processo, é primordial que os projetistas enxerguem a importância das trocas entre os diversos agentes e eles, de modo a garantir um produto final de qualidade. Nesse sentido os donos do negócio também possuem um papel importante ao formar parcerias com

os projetistas e exigir contratualmente a participação desses em todo o processo de concepção do edifício, ao invés de em etapas isoladas e pontuais. As parcerias devem, mais do que envolver todos os participantes (projetistas, fornecedores, clientes, etc), permitir uma maior aproximação entre esses indivíduos e a lógica de trabalho e padrões da construtora, proporcionando uma melhor compreensão das distintas demandas existentes no processo e um maior envolvimento nas soluções adotadas.

As questões organizacionais caracterizam outro importante eixo de transformação para a implantação da ES. Como os intervenientes passam a atuar de forma conjunta desde o início de empreendimento, a organização tradicional hierárquica não atende bem ao modelo simultâneo, devem ser usadas novas formas menos rígidas que privilegiem as interações (FABRÍCIO, 2002) e a multidisciplinaridade desde os primeiros estágios de criação do empreendimento. A organização do processo simultâneo também exige a presença do coordenador, que irá gerenciar os intervenientes nas etapas de iniciação e planejamento, assegurando que as informações sejam transmitidas e as interações aconteçam de forma adequada, sempre considerando as diretrizes da empresa.

As transformações tecnológicas tem por objetivo inserir novas tecnologias e ferramentas capazes de facilitar as trocas de informações, a integração, a elaboração dos projetos, entre outros, permitindo o desenvolvimento de um ambiente simultâneo. Essas transformações são essenciais, já que hoje o intercâmbio de informações é dificultado pelo fato dos intervenientes não fazerem parte de uma mesma instituição, o que acaba fragmentando o processo. Cabe ressaltar que as novas tecnologias não se limitam à tecnologia da informação, elas também significam inovações em termos de materiais e sistemas construtivos que melhorem a qualidade e desempenho das edificações (Figura14).

As transformações tecnológicas significam inovação e competitividade para as empresas, por isso muitas dessas inovações já estão incorporadas no dia-a-dia das construtoras, como o uso da internet e de sistemas CAD. Essas ferramentas de apoio serão apresentadas item seguinte, mostrando sua contribuição para a ES.

Figura 14 – Processo de inovação tecnológica na construção civil



Fonte: CORRÊA, 2005, p.27.

## 2.5 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE APOIO

Conforme apontado anteriormente, existem dificuldades para a implantação da ES, que, para serem superadas, necessitam de transformações em relação a aspectos culturais, organizacionais e tecnológicos nas empresas da construção civil.

Para auxiliar esse processo, tem-se buscado o uso e desenvolvimento de ferramentas, tais como *benchmarking*, treinamento, planejamento, padronização, tecnologias da informação, *computer aided design* (CAD), *building information modeling* (BIM), entre outras, que permitam e estimulem a criação de um ambiente de trabalho simultâneo, adequado ao desenvolvimento da ES.

Serão abordadas mais a fundo algumas das “ferramentas” computacionais mais utilizadas pelo setor, como a tecnologia BIM, que apesar de ainda ser pouco empregada no Brasil, desponta como uma grande possibilidade para a construção de um ambiente favorável à implantação da ES.

### 2.5.1 Extranets

Segundo Codinhoto e Formoso

a integração dos planejamentos de projeto e produção, em ambientes de desenvolvimento simultâneo exige a estruturação de sistemas de informação mais robustos e confiáveis, devido à importância desempenhada pela troca de informações (CODINHOTO; FORMOSO, 2002, p. 05)

Cientes dessa importância as empresas vêm buscando a criação de ambientes colaborativos, no qual os usuários atuem de forma conjunta, com cada um contribuindo com seus conhecimentos e especialidade no processo.

Nesse cenário as extranets, “sistemas colaborativos voltados para a gestão do processo de projeto, quando estes se apoiam nos recursos de internet” (COELHO; NOVAES, 2008), tem tido grande destaque e vêm sendo empregada por diversas empresas do setor. As extranets permitem a criação de uma interface participativa, com o compartilhamento de bancos de dados digitais (BDD) e de informações.

A criação de um banco de dados é um fator interessante para as empresas, pois permite a padronização dos desenhos, detalhes e procedimentos construtivos da empresa e, através das extranets, esses elementos podem ficar a disposição dos profissionais contratados independentemente de sua localização física. Assim é possível garantir que esses profissionais trabalharão em cima dos procedimentos da empresa, facilitando a elaboração dos projetos e a sua leitura pelos funcionários da empresa. Além disso, projetos e documentos atualizados são distribuídos por meio dessas extranets, assegurando que as informações cheguem a todos os participantes.

Em contrapartida as informações trocadas pelos usuários (projetos, e-mails, planilhas, etc) podem ser insuficientes ou pouco claras e esse tipo de ferramenta pode acabar estimulando essa troca de informação, gerando informações em excesso e desnecessárias. O Quadro 2 apresenta as principais vantagens e desvantagens do uso das extranets.

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens extranets

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• criação de um banco de dados central de documentos do empreendimento;</li> <li>• maior eficácia no controle de versões de projetos;</li> <li>• velocidade e agilidade na troca de informações entre projetistas;</li> <li>• diminuição nos erros de comunicação entre os membros do projeto;</li> <li>• redução de custos de plotagem, cópias, mensageiros e correio;</li> <li>• acesso controlado e customizado para cada usuário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incompatibilidade entre o fluxo de informação e o fluxo do processo organizacional no processo de projeto;</li> <li>• acúmulo excessivo de informação desnecessária pela falta de critérios para se avaliar a pertinência das informações;</li> <li>• dificuldade de acesso à informação devido à grande variedade de tipos de dados existentes;</li> <li>• falta de clareza das informações;</li> <li>• tempo excessivo de espera por respostas devido à falta de mecanismos de monitoramento dos fluxos de informação.</li> </ul>

Fonte: FABRÍCIO, 2002, p.225.

Segundo Fabrício (2002) as principais desvantagens das extranets são frutos da falta de padronização e sistematização das próprias empresas, ao invés de um problema resultante do uso da tecnologia.

### 2.5.2 Sistemas CAD

As novas tecnologias permitem a melhoria dos produtos na medida em que facilitam os cálculos e possibilitam simulações. Essa constatação estimulou o desenvolvimento de *softwares* “facilitadores”, e hoje há o amplo uso dos programas CAD, também conhecidos como prancheta eletrônica.

Os programas CAD facilitam a execução de desenhos técnicos, a correção de trabalhos e eliminam tarefas repetitivas e complicadas, gerando uma grande economia de tempo. Ao mesmo tempo, a facilidade de correções leva muitos projetistas/empreendedores a fazerem alterações nos projetos tardiamente, já que essas não são tão trabalhosas de serem executadas (FABRÍCIO, 2002).

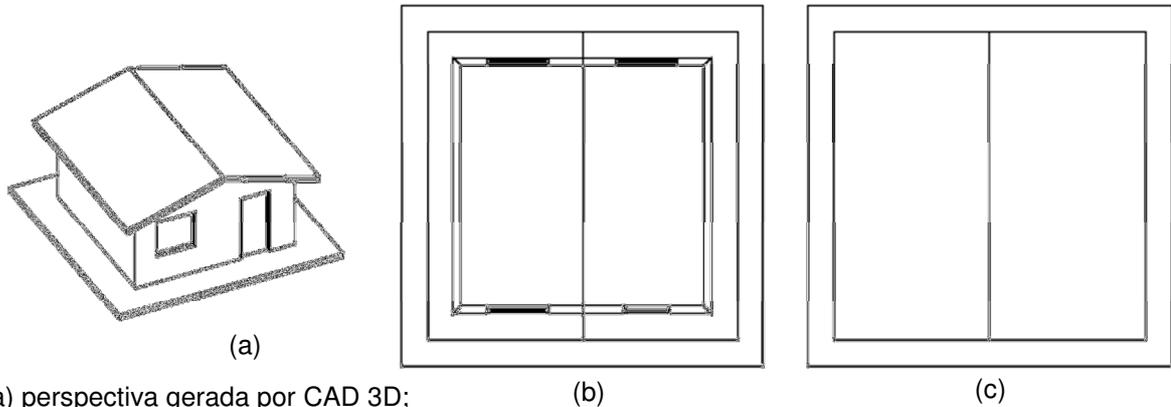
Apesar do processo de desenho técnico e execução de maquetes terem sido simplificados graças ao uso dos *softwares* CAD, ao contrário do que se pensa, o processo ainda é trabalhoso. Nos CADs geométricos, as informações produzidas são fragmentadas, pois os objetos são compostos por elementos geométricos que por si só não possuem nenhuma característica ou informação relevante, fazendo com que sua única distinção em relação à prancheta, seja que o trabalho antes executado manualmente, com tinta e nanquim, passe a ser feito no computador.

Mesmo os CAD 3D, ou seja, os programas que executam maquetes eletrônicas, apresentam grande dificuldade de transmissão de informações. Um bom exemplo disso pode ser visto na Figura 15. A figura 15a mostra uma casa em perspectiva elaborada em um CAD 3D, ao pegar essa mesma casa e se solicitar ao programa as seções relativas à planta baixa e planta de cobertura, temos as imagens 15b e c, que não são plantas baixas. Uma planta (Figura 16) precisa de mais informações para que possa ser considerada como tal e esse tipo de programa, apesar de apresentar maiores informações, possui o mesmo tipo de dificuldade que o CAD geométrico ao tratar as informações disponíveis (AYRES FILHO; SCHEER, 2007).

Apesar das dificuldades que apresentam quando usados na fase de criação dos projetos e para transmissão das informações, os *softwares* CAD ainda representam um avanço ao permitir que os desenhos sejam elaborados de forma mais rápida,

mais precisa e mais padronizados, pois detalhes construtivos, legendas, pranchas, entre outros, podem ser criados, armazenados e usados.

Figura 15 – Casa concebida em CAD 3D



- (a) perspectiva gerada por CAD 3D;  
 (b) planta baixa gerada a partir de CAD 3D;  
 (c) planta de cobertura gerada a partir de CAD 3D

Fonte: adaptado de AYRES F FILHO; SCHEER, 2007.

Figura 16 – Planta baixa



Fonte: adaptado de AYRES F FILHO; SCHEER, 2007.

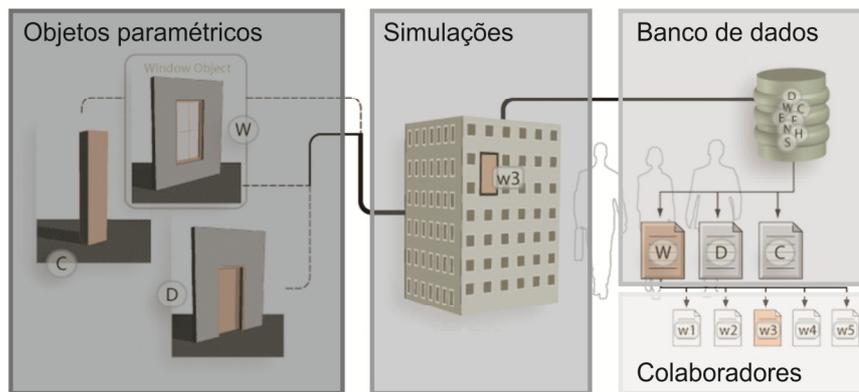
### 2.5.3 BIM - *Building Information Modeling*

A tradução de BIM é Modelo de Informações da Construção e a proposta desse sistema é modelar todos os assuntos referentes à edificação, desde os produtos até os documentos e processos (FERREIRA, 2007).

O grande diferencial do sistema BIM é que ele trabalha com objetos paramétricos associados a bancos de dados. Objetos paramétricos são aqueles em que a representação gráfica está associada as suas características específicas, também conhecidas como parâmetros. O uso desses objetos permite a extração automática, não só de desenhos, mas também de informações a respeito do orçamento, quantitativos, entre outros, dessa forma, qualquer mudança realizada reflete na alteração do todo.

Um sistema BIM precisa obrigatoriamente trabalhar com objetos paramétricos em três dimensões e com um banco de dados que contenha regras, modelos e hierarquias, constantemente abastecido e atualizado por colaboradores. São esses três elementos (objetos paramétricos, banco de dados e colaboradores) que trabalharão de forma conjunta para gerar simulações da edificação (Figura 17). Graças ao trabalho conjunto desses elementos todos os documentos, planilhas e desenhos são criados em conjunto.

Figura 17 – Elementos constituintes BIM



Fonte: adaptado de BIM THINKSPACE, 2005.

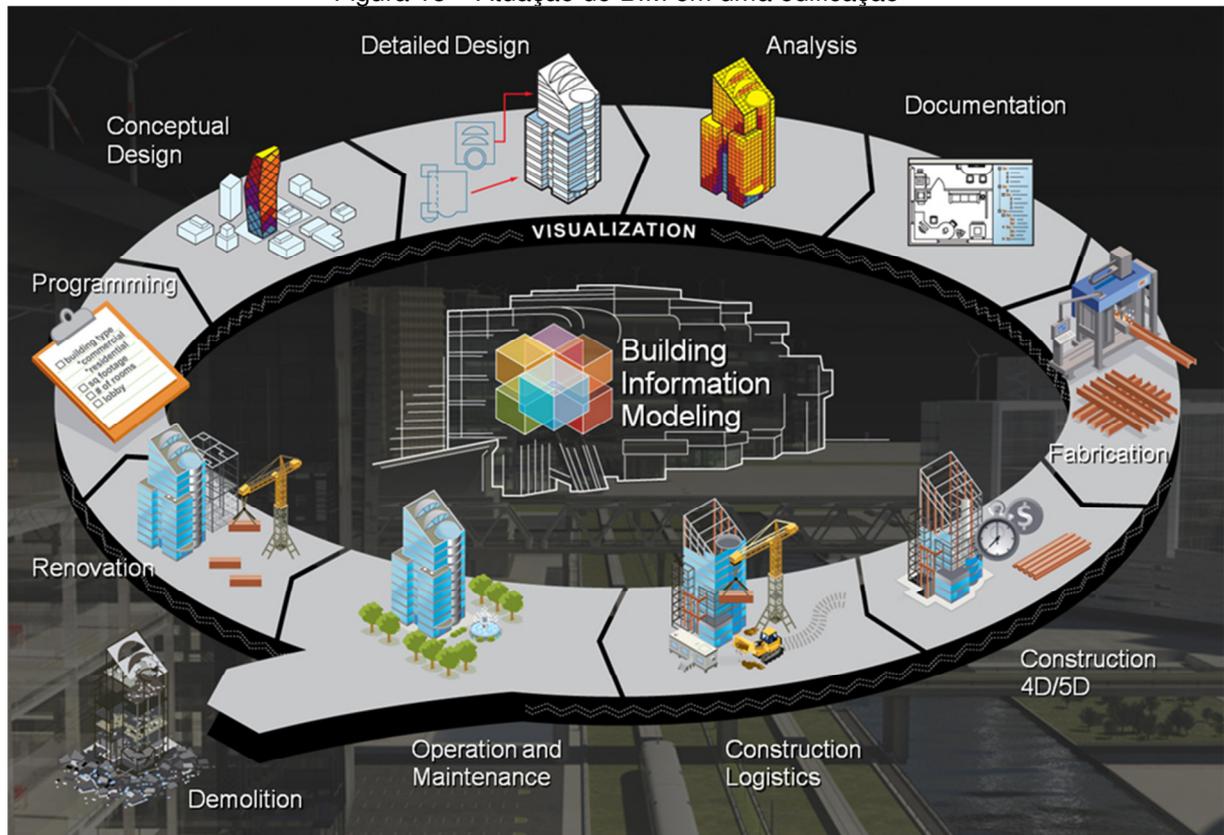
A representação tridimensional serve para antever escolhas de projeto e eliminar erros e interferências, não sendo nesse sistema um fim e sim um meio. O que acontece é que por ser a parte mais visual do BIM, muitas vezes o 3D acaba sendo visto como produto final, o que é um engano.

O BIM pode ser considerado mais que uma ferramenta, mas como uma forma de colocar em prática os conceitos da ES. Ou seja, ele pode ser visto como a concretização da engenharia simultânea, pois é capaz de promover a inserção da qualidade, ao gerenciar a informação no ciclo de vida completo de um empreendimento através do seu banco de dados, ao mesmo tempo em que gera simultaneidade e integração do processo e da equipe multidisciplinar, e antecipa e testa as decisões tomadas por meio de simulações (Figura 18). Por esta razão, pesquisadores como Coelho e Novaes, salientam que

A adoção de sistemas BIM aponta para a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão na construção civil. A colaboração entre os membros das equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado em informações, necessárias para o planejamento e construção de um edifício. Neste contexto, o envolvimento na fase de concepção de projetos dos profissionais envolvidos no orçamento, planejamento e construção mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO; NOVAES, 2008, p. 03-04).

Percebe-se então, que para o funcionamento do BIM as mesmas necessidades existentes na ES, quanto à integração das equipes, a multidisciplinaridade, o adiantamento de etapas, entre outros, devem ser atendidas.

Figura 18 – Atuação do BIM em uma edificação



Fonte: AUTODESK, 2010.

Como qualquer outra proposta de trabalho o BIM apresenta uma série de vantagens e desvantagens (SCHEER; AYRES, 2007) que devem ser consideradas pelas empresas antes da sua implementação. As vantagens são as mesmas da ES, pois ao garantir menos interferências, mais precisão, participação dos envolvidos e produtividade aos projetos, é possível gerar um produto final com maior qualidade, a menores custos e tempos de execução. E as desvantagens dizem respeito principalmente à questão da novidade dessa tecnologia, que ainda apresenta poucos profissionais qualificados e preços elevados para a implantação e desenvolvimento do sistema nas empresas.



# 3 MATURIDADE

### 3 MATURIDADE

Procura-se no neste capítulo:

- Discutir o conceito de maturidade e entender como ele pode ser aplicado às organizações;
- Explicar o que vêm a ser as análises de maturidade, sua utilidade e como funciona sua avaliação através de níveis de maturidade;
- Apontar a importância das análises de maturidade para a engenharia simultânea;
- Apresentar os modelos de análise de maturidade disponíveis para a engenharia simultânea; e
- Explicar por que um novo modelo adaptado à construção civil local é necessário.

Este capítulo é fruto da pesquisa bibliográfica conduzida sobre o tema maturidade, procurando sempre trazer esse conceito para o âmbito da engenharia simultânea e da construção civil.

#### 3.1 CONCEITOS DE MATURIDADE

De acordo com o dicionário Michaelis maturidade é:

sf (lat *maturitate*) 1 O mesmo que madureza. 2 Idade madura. 3 Perfeição. M. social, Sociol: grau em que as atitudes, a socialização e a estabilidade afetiva de um indivíduo refletem, como característica normal do homem adulto, um estado de adaptação ou ajustamento ao seu próprio meio (MATURIDADE, 2004).

Analisando os significados acima pode-se concluir que maturidade está ligada a um nível tal de experiência que permita que uma pessoa/coisa esteja plenamente desenvolvida. Contudo, existem níveis a serem alcançados para que se possa atingir aquele desejado/máximo. Trazendo essa observação para o âmbito institucional, observa-se que as empresas, da mesma forma que os seres humanos, também passam por diferentes estágios/níveis até atingir a maturidade em um determinado processo, ou seja, trata-se de um processo evolutivo (KERZNER, 2002).

Diferente do que acontece com os seres humanos, a maturidade em relação a processos organizacionais não está diretamente relacionada com a passagem do tempo, mas sim com como e quanto dos conceitos e novas formas de trabalho foram devidamente incorporados (SILVA, 2010). Kerzner (2002) e Ibbs e Kwak (2000) corroboram essa visão quando afirmam que a maturidade de uma organização

corresponde ao nível atual das práticas e processos que desenvolve. Já para Bouer; Carvalho (2005, p.348), “quando aplicado o conceito de maturidade a uma organização, refere-se ao estado em que a organização se encontra em perfeitas condições para alcançar seus objetivos”. Independente do conceito adotado, o que se sabe é que “[...] mais cedo ou mais tarde, todas as empresas acabam desenvolvendo algum grau de maturidade” (NORO *et al.*, 2008, p.4).

De acordo com Cooke-Davies e Arzymanow (2003), a ideia de maturidade aplicada às organizações nasceu no movimento de Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* – TQM), onde se observou que maior maturidade nos processos levava à redução de variabilidade e a melhorias de performance. Entretanto, Vaidyanathan e Howell (2007) expõem que o conceito de níveis de maturidade só aparece no trabalho Crosby, em 1979, onde ele definiu cinco níveis de maturidade a serem alcançados de acordo com as práticas adotadas.

O que acontece foi que

Junto com a necessidade de se adotarem as práticas de gestão de projetos, surgiu a preocupação com a formação de quadros e com a avaliação sistemática e contínua da competência da organização para usá-las (SILVA, 2010, p.63).

Assim, como forma de identificar mais facilmente o nível de desenvolvimento em que cada empresa se encontra, foram criados modelos de maturidade que analisam se certas características ou circunstâncias acontecem, agrupam-nas em estágios, medem o emprego desses elementos e a partir do resultado obtido classificam o nível de maturidade. Portanto,

[...] um modelo de maturidade é uma forma de mensurar o estágio de uma organização ou de um setor na habilidade de gerenciar seus projetos (PRADO, *apud* NORO *et al.*, 2008, p.2).

### 3.2 AVALIAÇÕES DE MATURIDADE

Várias ferramentas e técnicas vêm sendo desenvolvidas para aprimorar e melhorar o setor da construção civil, mas para que esses instrumentos possam ser de fato utilizados e gerem o valor a que se propõem é necessário que a organização passe por mudanças (VAIDYANATHAN; HOWELL, 2007). A questão que surge a partir daqui é a seguinte: quais mudanças são necessárias?

Nesse sentido, as avaliações de maturidade vêm ganhando cada vez mais notoriedade. Isso porque toda e qualquer melhoria ou mudança diz respeito a uma situação real e a uma desejada (de GRAAF; SOL, 1994) e resultados de pesquisas

como a de Nightingale e Mize (2002) e Santos e Martins (2008) mostram que essas análises contribuem para o desenvolvimento das empresas na medida em que identificam as lacunas entre aquilo almejado e aquilo que está sendo de fato realizado no dia a dia da empresa.

Desse modo, para criar uma estratégia para o desenvolvimento da empresa é necessário que duas perguntas básicas sejam respondidas: (1) como a empresa se encontra hoje? (2) quais os passos necessários para chegar onde se quer? (VAIDYANATHAN; HOWELL, 2007). Essas duas perguntas levam a uma série de questionamentos relacionados “[...] à estratégia da empresa, à reengenharia do processo de negócio, ao gerenciamento das mudanças, à aquisição de conhecimento, ao processo de projeto e à integração dos processos e subprocessos” (ROMANO, 2003, p.174), que deverão ser investigados. E é aqui que as análises de maturidade entram, pois servem para responder a essas perguntas, guiando o processo de transformação.

De acordo com Crosslay (2002), boas ferramentas de análise de maturidade permitem medir a performance da empresa, identificar elementos críticos, analisar e detectar áreas a serem melhoradas e desenvolver o conhecimento e a experiência coletivos. Ou seja, a partir da avaliação de maturidade de uma instituição, é possível reconhecer os pontos fracos e fortes da empresa e, com isso, traçar um plano adequado à sua realidade, que permita a ela se desenvolver e superar suas dificuldades, criando estratégias para sua melhoria (GRAAF, SOL, 1994; CROSSLAY, 2002; KERZNER, 2002; KWAK; IBBS, 2002; MCCORMACK; LOCKAMY, 2004; VAIDYANATHAN; HOWELL, 2007; NORO *et al.*, 2008; SANTOS; MARTINS, 2008a; SANTOS, 2009; PANIZZOLO *et al.*, 2010; SILVA, 2010).

Considerando ainda que todas as organizações passam por ciclos contínuos de melhorias, independente de sua área de atuação e de seu escopo de serviços, as avaliações de maturidade possuem um papel importante, pois são os primeiros passos desse processo (Figura 19). São elas as responsáveis pelas análises que precedem o processo de implantação de uma nova tecnologia. Afinal, antes da incorporação de um novo conhecimento, é essencial saber se os processos e tecnologias da empresa estão preparados para absorver a nova proposta de trabalho, identificando riscos e as necessidades de modificação (KHALFAN, 2001).

Figura 19 – Ciclo de melhoria contínua



Fonte: adaptado de PETRELLA, 2004.

Outra função das análises de maturidade é a geração de dados e indicativos que permitam acompanhar e analisar a evolução de uma instituição ao longo do tempo. Esses dados podem ser usados tanto no âmbito da própria organização, em um processo interno de autoavaliação e de melhoria contínua, quanto para a prática do benchmarking<sup>7</sup>, permitindo que os resultados obtidos sejam comparados com aqueles de outras empresas do setor e que as melhores práticas do mercado sejam identificadas (NORO *et al.*, 2008; PANIZZOLO *et al.*, 2010). Esse processo é interessante por permitir à empresa se localizar dentro do cenário atual de mercado. Percebe-se então que as avaliações de maturidade são fundamentais para o processo de melhoria contínua das organizações, garantindo que as novas práticas sejam sempre direcionadas a alcançar níveis de excelência. Nesse ponto deve-se chamar atenção para os níveis das avaliações, pois ao se assumir que a maturidade para determinado processo/abordagem ocorre em etapas, assume-se também que melhorias em relação a um processo acontecem da mesma maneira, isto é, as melhorias não são fruto de grandes revoluções, mas sim de pequenos e graduais

<sup>7</sup> “*Benchmarking* é um processo contínuo e sistemático para medir e comparar processos organizacionais” (NORO *et al.*, 2008, p.5).

passos. E é esse processo evolutivo o que mantém e conduz a maturidade a novos níveis.

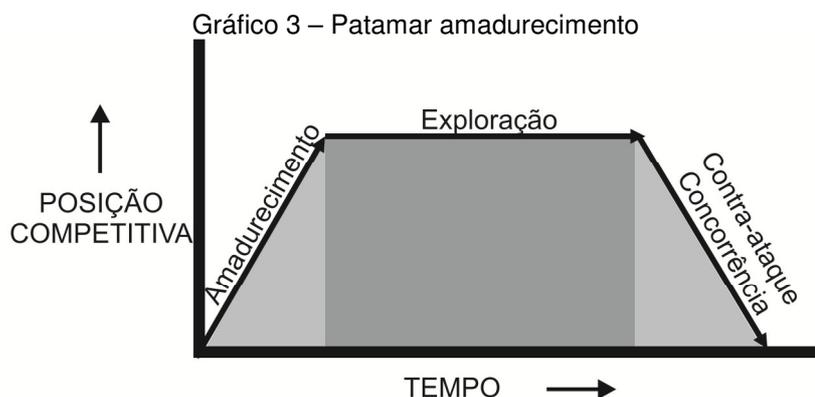
### 3.2.1 Níveis de maturidade

Como pode ser observado, modelos de maturidade trabalham com níveis, “assumindo que o progresso em relação a um objetivo vêm na forma de estágios” (MCCORMACK; LOCKAMY, 2004, p.01). Dessa forma, cada estágio/nível representa que a empresa adquiriu novas habilidades e capacidades para lidar com aquilo que está sendo avaliado.

Quando se trabalha com avaliações de maturidade, assume-se que o processo de maturação em relação a uma determinada abordagem, como a engenharia simultânea, é longo e contínuo, devendo passar por diversas fases até atingir seu estágio ideal. Consequentemente,

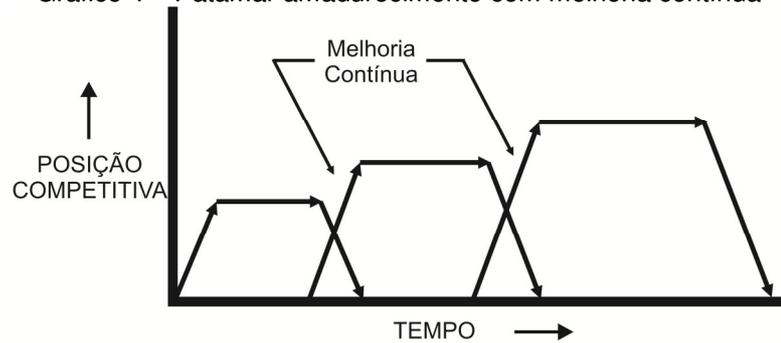
é importante notar que pular níveis de maturidade é contraprodutivo, já que cada estágio constrói a fundação para alcançar o nível subsequente. Uma organização deve evoluir através desses níveis para construir uma cultura de excelência (MCCORMACK; LOCKAMY, 2004, p.275, tradução nossa).

A existência de níveis de maturidade também é necessária porque mostra claramente às empresas que existem diversos estágios de desenvolvimento a serem alcançados. Isso porque é comum a organizações que atingem certos níveis desejados de desenvolvimento estagnar no patamar alcançado e, com o tempo, perceber que a fase onde estão já não é mais satisfatória, que estão obsoletas, levando-as a perder mercado para empresas concorrentes (Gráfico 3). É essencial que as organizações reconheçam a necessidade de melhoria contínua, que observem que cada estágio de desenvolvimento deve ser superado (Gráfico 4) (KERZNER, 2001).



Fonte: adaptado de KERZNER, 2001.

Gráfico 4 – Patamar amadurecimento com melhoria contínua



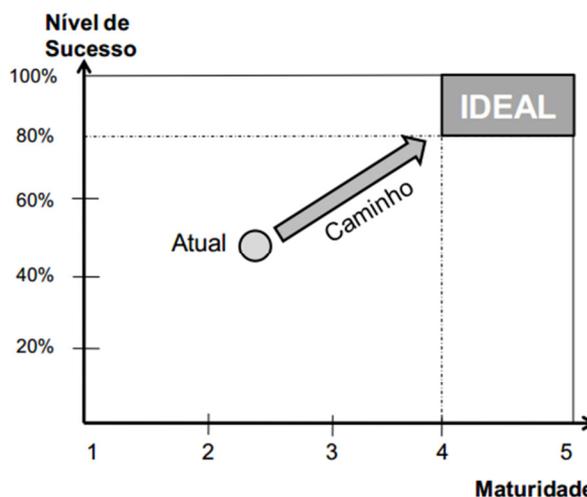
Fonte: adaptado de KERZNER, 2001.

Pode-se dizer então que uma organização madura é aquela que “conduz seus processos com eficácia, que seus objetivos são alcançados de forma ótima e que se predispõe ao constante desenvolvimento” (MARISCO, 2009, p.33). Essa situação de eficácia só é possível porque a medida que os níveis de maturidade para determinada abordagem são atingidos, a aplicação de ferramentas e conhecimentos ligados a essa abordagem ocorre de forma mais consistente, ou seja,

a evolução na maturidade em gestão de projetos consiste no desenvolvimento de sistemas, processos, estruturas e competências que aumentem a probabilidade de que cada um dos projetos seja bem sucedido (SANTOS; MARTINS, 2008b, p.1).

Tem-se assim que o crescimento do nível de maturidade de uma instituição é diretamente proporcional ao aumento do nível de sucesso dos seus projetos, conforme pode ser observado no gráfico 5 (VAIDYANATHAN; HOWELL, 2007; NORO *et al.*, 2008; PRADO *apud* ABRANTES, 2009; MARISCO, 2009; SANTOS, 2009; PRADO; ARCHIBALD, 2010; MEDEIROS, 2012)

Gráfico 5 – Sucesso x Maturidade



Fonte: PRADO; ARCHIBALD, 2010, p.14.

Essa relação acontece porque juntamente a evolução dos estágios de maturidade, a empresa passa a ter uma compreensão e domínio de como o sucesso acontece, de quais são os fatores responsáveis pelo insucesso e de quais atitudes devem ser tomadas para evitá-los (BOUER; CARVALHO, 2005; PRADO, *apud* SANTOS; MARTINS, 2008b).

Logo, uma empresa que alcançou o nível máximo de uma avaliação de maturidade já se apropriou dos elementos que são avaliados. Esses itens já são utilizados em seu dia-a-dia sem esforço, de forma subconsciente e de acordo com a necessidade, tornando-se um processo natural (KWAK; IBBS, 2002; COOKE-DAVIES; ARZYSANOW, 2003; MARISCO, 2009).

Para alguns pesquisadores, a questão dos níveis de maturidade assume tal importância, que chegam a afirmar que esses níveis devem ser a base dos relacionamentos na cadeia de produção, pois acreditam que empresas no mesmo estágio de maturidade possuem menor risco de falha na implementação de novas metodologias e práticas (KHALFAN *et al.*, 2001; CROSSLAY, 2002; VAIDYANATHAN; HOWELL, 2007).

Tendo em vista o concorrido ambiente de mercado, em que a competição se baseia em “complexos conjuntos de habilidades e conhecimentos acumulados, exercidos através de processos organizacionais” (DAY, *apud* MCCORMACK; LOCKAMY, 2004, p.01), e onde o sucesso dos projetos (no caso da construção civil, dos empreendimentos) é essencial, avaliar a maturidade é uma forma de manter a competitividade de uma empresa.

### 3.3 IMPORTÂNCIA PARA A ES

A implementação da ES em uma empresa pode vir a ser algo muito difícil, pois ao adiantar as tomadas de decisões e gerar simultaneidade nas atividades, a tarefa de gerenciamento do empreendimento se torna mais intrincada, com objetivos mais complexos porque incorporam um maior número de restrições. Para a elaboração desses objetivos será necessária a formação de equipes multidisciplinares, composta por membros de diferentes áreas, com conhecimentos diversos e que possuem objetivos distintos, com opiniões conflitantes e demandas diferentes.

Resumidamente, a implantação da engenharia simultânea em um ambiente de trabalho é uma proposta complexa, que exige uma avaliação cuidadosa e criteriosa

para que ela possa ser realizada com sucesso e apresente as melhorias esperadas. Khalfan (2001) expõe que alguns esforços para a implementação da ES, ainda não conseguiram captar todas as suas potencialidades, devido a um pobre planejamento e apoio de implantação.

Há também a necessidade de se avaliar até que ponto as empresas estão preparadas para a adoção da engenharia simultânea, de forma que a implantação dos seus conceitos aconteça da melhor forma possível. E isso pode ser feito através de modelos de avaliação de maturidade, que já possuem um histórico de uso dentro de outras indústrias.

Por essas razões, é essencial que *a priori* seja realizada uma análise de maturidade na empresa em relação a essa abordagem (ANUMBA, KHALFAN, 2000; KHALFAN, 2001; CORDEIRO; CRUZ, 2004). É essa avaliação que possibilitará identificar as mudanças necessárias na organização, bem como os possíveis riscos e dificuldades, permitindo desenvolver planos de ação para resolver os problemas antes da implantação. Isso acontece porque elementos que apresentam uma avaliação fraca são identificados, podendo ser priorizados e ter planos direcionados para sua melhoria. Ao mesmo tempo, é possível identificar que ações podem ser conduzidas em paralelo, sem que haja prejuízo à implantação da ES. Todo esse processo garante o sucesso da aplicação da abordagem e faz com que o novo processo seja implantado com toda sua potencialidade.

Pesquisas como a de Cordeiro e Cruz (2004) comprovam a necessidade de uma prévia avaliação das empresas, já que nos seus resultados eles puderam observar que

A avaliação da situação atual das empresas e a identificação dos riscos envolvidos para a efetivação da E.S. forneceram as informações necessárias para a implantação gradual da E.S. em cada setor da organização, permitindo que a mesma, após a execução de ações planejadas, alcance um nível aceitável de maturidade para a implementação mais eficiente e eficaz da engenharia simultânea; capacitem a empresa para avaliar e comparar seus processos de projeto; propiciem o desenvolvimento de ferramentas mais apropriadas para implementação da engenharia simultânea; identifiquem áreas que requerem melhorias ou mudanças e se habilitem para perceber a necessidade de implementação da engenharia simultânea visando estabelecer melhorias no processo de projeto como um todo” (CORDEIRO; CRUZ, 2004, p. 7)

Considerando a importância das análises de maturidade, a seleção de uma ferramenta de medição adequada é indispensável e deve ser feita de maneira criteriosa. Portanto, é imprescindível conhecer os modelos existentes. Em vista

disso, alguns dos modelos disponíveis para avaliação da maturidade serão apresentados em seguida, dando especial destaque àqueles que podem ser usados para a avaliação da maturidade da engenharia simultânea na construção civil.

### 3.4 MODELOS DE ANÁLISE DE MATURIDADE PARA A ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Os modelos de avaliação de maturidade surgiram e se difundiram graças ao *Capability Maturity Model* – CMM (SANTOS; MARTINS, 2008a), desenvolvido para empresas do ramo de softwares pela Carnegie Mellon's Software Engineering Institute, que obteve grande aceitação pelas indústrias. Desde o desenvolvimento do CMM, diversas opções de modelos para análise de maturidade foram criados.

Há modelos de avaliação exclusivos para indústrias manufatureiras, como o próprio CMM; também existem aqueles exclusivos para a construção civil, como o Structured Process Improvement for Construction Enterprises – SPICE (JEONG *et al.*, 2006); e aqueles que se aplicam a ambas, como é o caso do VEREDICT (HARON *et al.*, 2010), Project Management Process Maturity (PM)<sup>2</sup> Model (KWAK; IBBS, 2002), Organizational Project Management Maturity Model – OPM3 (PROJECT..., 2003), Project Management Maturity Model – PMMM (KERZNER, 2001), Modelo Brasileiro de Maturidade em Gerenciamento de Projetos – MMGP, modelo nacional proposto por Prado e Archibald (2010), entre outros.

Apesar da grande variedade, os modelos exemplificados acima se dedicam a analisar a maturidade das empresas em relação a abordagens que não a engenharia simultânea. O VEREDICT, por exemplo, avalia o preparo de uma organização em relação à adoção do *e-commerce* e suas ferramentas. Com isso, filtrando as ferramentas para aquelas que trabalham com a maturidade da ES, chegamos a um pequeno grupo que será descrito em maior detalhe nos itens abaixo.

#### 3.4.1 Para a Indústria Manufatureira

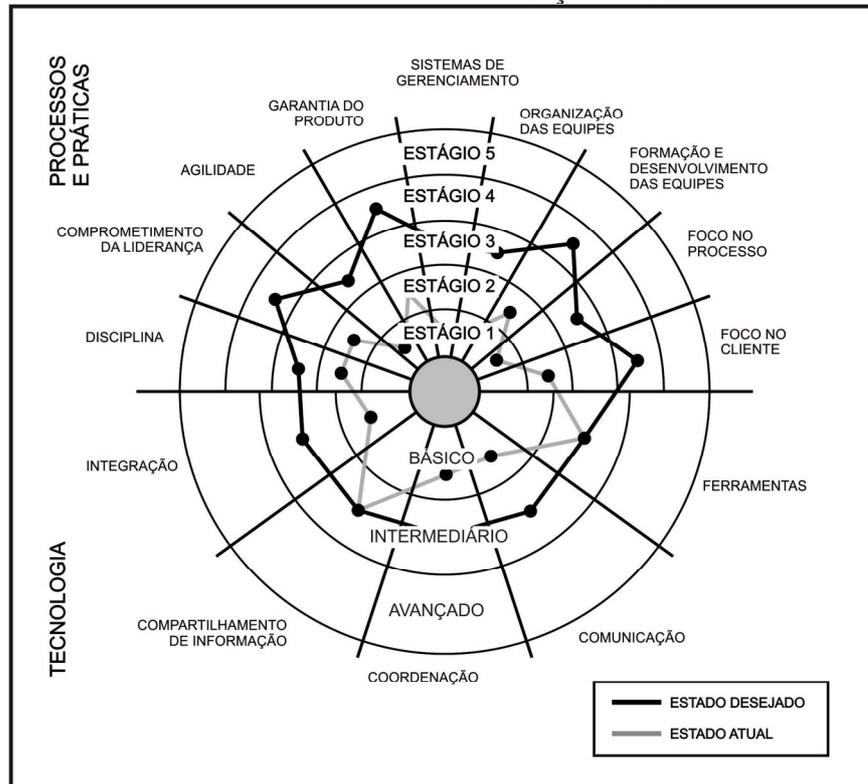
A grande parte das ferramentas para análise de maturidade são desenvolvidas para a indústria manufatureira. Essa tendência segue a lógica de que primeiramente as inovações tecnológicas e teorias são implantadas nesta indústria, para só depois alcançar a construção civil. Conseqüentemente, a maioria das ferramentas

disponíveis para avaliação da ES não são exclusivas para o setor da construção civil.

### 3.4.1.1 RACE

RACE é a sigla para Readiness Assessment in Concurrent Engineering, é um modelo de avaliação criado pela WVU's Concurrent Engineering Research Center, e tem por objetivo ser uma ferramenta mais geral, podendo ser usada para avaliar diferentes tipos de empresas. O modelo é dividido em dois grandes componentes: processos organizacionais, subdividido em dez elementos críticos, e tecnologia da informação, subdividida em seis. Para cada elemento um grupo de critérios é atribuído e esses devem ser averiguados. Nessa avaliação são envolvidas várias pessoas de diferentes áreas e níveis hierárquicos da empresa, com uma participação média de 30 indivíduos (de GRAAF; SOL, 1994). De acordo com esse modelo, a maturidade é avaliada com base em cinco estágios em relação ao componente processo, e em três níveis quanto ao componente tecnologia, conforme gráfico 6 (KARANDKAR *et al.*, 1993). Esses estágios são crescentes e avançam de acordo com a maturidade da empresa e com a velocidade que ela incorpora as práticas da ES.

Gráfico 6 – Modelo de avaliação RACE



Fonte: adaptado de KARANDKAR *et al.*, 1993

#### 3.4.1.2 PMO-RACE

Trata-se de uma junção de dois tipos de análise do RACE, com o PMO – Process Model Organization. Foi desenvolvido pela University of Twente and Eindhoven University of Technology (Netherlands). A proposta deste método é juntar o que há de melhor no sistema do RACE, com o da avaliação do PMO, que é boa para identificar gargalos e problemas-chave no ciclo do processo de desenvolvimento de produto. Entretanto, da mesma forma que o RACE, esse não é um processo voltado inteiramente para a construção civil.

#### 3.4.1.3 PRODEVO

Este modelo de avaliação é sueco, criado no Swedish Institute for Systems Development. Possui muitas similaridades com o RACE, o que levou essa avaliação a receber o nome de “RACE estendido”. Assim como as demais metodologias apresentadas, essa também não foi criada com o intuito de atender exclusivamente a construção civil.

### 3.4.2 Para a Construção Civil

A indústria da construção civil possui uma série de peculiaridades que a distinguem das demais, dentre as quais podemos citar: os seus produtos, que são complexos e únicos; a participação de um grande número de intervenientes em todas as etapas de produção; a produção em pequena escala; o local de produção, o canteiro de obra, que coloca indústrias a céu aberto no meio de centros urbanos (KOSKELA, 1992; FABRÍCIO, 2002).

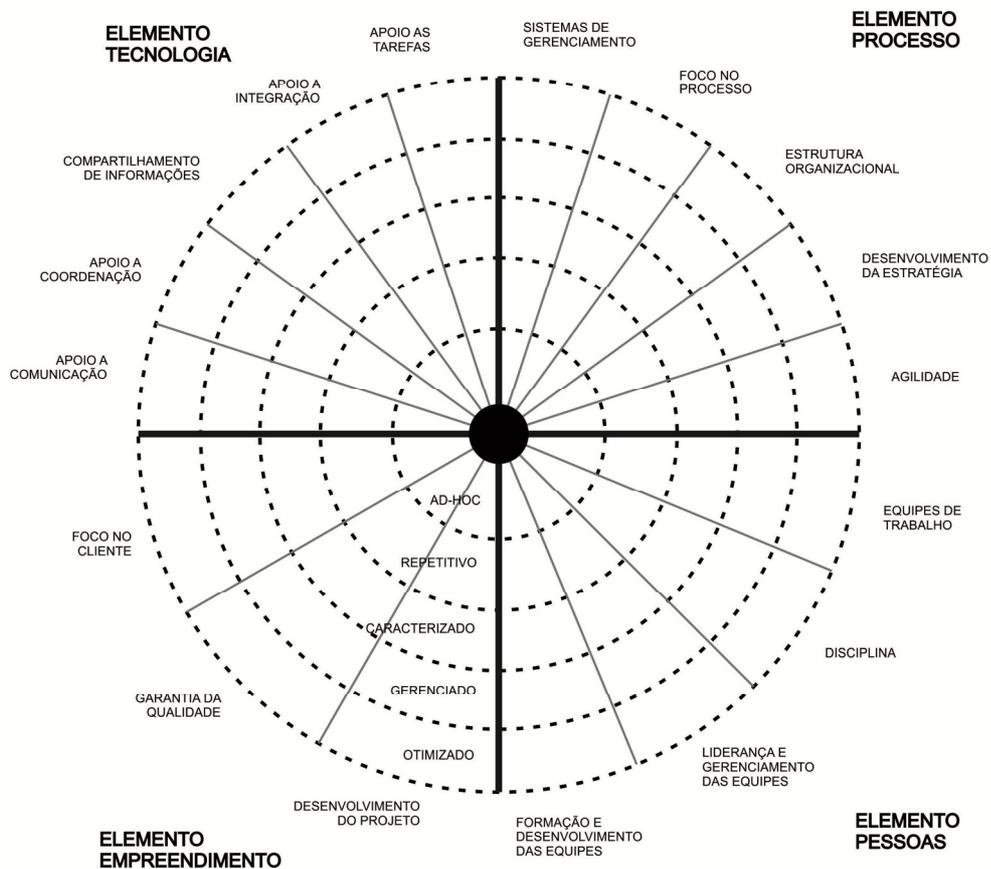
Pesquisas como a de Vaidyanathan; Howell (2007) analisam várias avaliações de maturidade e chegam à conclusão de que, apesar de conceptualmente semelhante, as análises quando adaptadas a uma indústria em particular representam suas particularidades, criando um instrumento mais preciso para as análises, além de permitir que as ações a serem implementadas sejam melhor direcionadas para aquelas empresas pesquisadas melhorarem seu nível de maturidade.

Então, é importante que um modelo de avaliação de maturidade da ES para a construção civil leve em consideração suas peculiaridades, exigindo uma avaliação específica. Isso restringe consideravelmente o número de modelos disponíveis, onde ganha destaque a proposta do modelo BEACON, criado por Khalfan.

### 3.4.2.1 BEACON

Em sua dissertação, Khalfan (2001) analisa cada uma das ferramentas/metodologias disponíveis para avaliação de maturidade passíveis de serem usadas na construção civil e chega à conclusão que nenhuma delas é adequada à realidade dessa indústria, pois não consideram suas particularidades. Dessa forma, ele propõe uma nova metodologia denominada de BEACON – Benchmarking and Readiness Assessment for Concurrent Engineering in Construction. Esse modelo foi criado com base na realidade da indústria de construção inglesa, na Universidade de Loughborough. O modelo foi desenvolvido a partir do CERAM Construct Model, que por sua vez se baseou no RACE. O BEACON está dividido em quatro elementos chaves: processos, pessoas, projeto (aqui no sentido mais amplo) e tecnologia, que por sua vez são divididos em fatores críticos, possuindo uma série de perguntas para cada fator, totalizando 173 perguntas de múltipla escolha. Ele possui cinco níveis de maturidade, que são, em ordem crescente: ad-hoc, repetitivo, caracterizado, gerenciado e otimizado (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Modelo de avaliação BEACON



Fonte: adaptado de KHALFAN, 2001

### 3.5 NECESSIDADE DE UM NOVO MODELO

Dentro das possibilidades existentes, o modelo BEACON é o mais adequado, entretanto, além das peculiaridades do setor, é importante que a avaliação de maturidade também se adeque às características do local onde será empregado. Contudo, a realidade da indústria inglesa/europeia é bem diferente da realidade brasileira/capixaba.

Uma análise da indústria de construção britânica mostra que ela é mais desenvolvida e possui um nível de sofisticação grande, quando comparada com a brasileira. A pesquisa de Haas (2009) expõe que no Reino Unido as novidades no setor são mais dirigidas a inovações gerenciais e que muitas universidades têm desenvolvido estudantes com mais habilidades ligadas à liderança e gerenciamento. Esse é um cenário bem distinto do brasileiro, onde grande parte dos cursos de engenharia civil não dá ênfase à formação gerencial do engenheiro (MARX, 2010).

Outra importante diferença entre a construção brasileira e a inglesa é a organização do setor. Enquanto no Brasil um grande número de empresas tende a ser incorporadora e construtora (FABRÍCIO, 2002), ou seja, elas mesmas definem e vendem os empreendimentos (compram o terreno, fazem estudos de viabilidade, contratam projetos, etc), além de construí-los. Na Inglaterra esse é um cenário atípico, a maioria dos projetos nasce em uma organização cliente, ou seja, incorporadora (THE ROLE..., 2006; ANUMBA *et al.*, 2007), independente dos responsáveis pela construção, possuindo uma organização bem fragmentada (JEONG *et al.*, 2006).

Portanto, o questionário do modelo BEACON se mostrou um tanto divergente da realidade brasileira, suas perguntas se mostraram complexas e geraram muitas dúvidas ao serem levadas pela pesquisadora para uma análise prévia por profissionais da área. Isso porque não correspondiam ao modelo brasileiro de estruturação de uma empresa construtora-incorporadora e exigiam conhecimentos que no Brasil não são comuns aos profissionais da área. Somado a isso, a extensão do questionário demandaria muito tempo para sua aplicação e o uso de questionários autoaplicados por correio ou e-mail, tal qual foi utilizado por Khalfan, foi desencorajado, uma vez que sua taxa de resposta é muito baixa.

Considerando a complexidade de avaliação de um ambiente simultâneo, tido por SHOUKE *et al.* (2010) como um verdadeiro quebra-cabeças “[...] a escolha de um

método de avaliação apropriado é importante para a objetividade e veracidade dos resultados da avaliação” (SHOUKE *et al.*, 2010, p.709, tradução nossa). Então, com base na revisão bibliográfica sobre engenharia simultânea e avaliação de maturidade para a ES, foi proposta uma nova metodologia, com uso de um novo formulário, menor e mais simplificado, a ser aplicada por meio de entrevistas conduzidas em duas etapas, em dias diferentes, com funcionários da empresa com amplo conhecimento da organização e dos seus processos. Essa proposta será melhor explicada no próximo capítulo, onde será apresentada a metodologia da pesquisa geral dessa dissertação, bem como a nova análise desenvolvida, suas ferramentas e como ela funciona.

# **4 METODOLOGIA DA PESQUISA**

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo será responsável por mostrar os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, como ela foi elaborada e em técnicas em que foi baseada.

Dito isto, serão então apresentados aqui:

- A classificação da pesquisa;
- O método de pesquisa aplicado;
- As etapas em que a pesquisa se realizou;
- Quais são e como foram formuladas as ferramentas de pesquisa; e
- Os procedimentos para análise dos resultados.

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Gil (2010), as pesquisas podem ser classificadas em três grupos de acordo com a sua finalidade, podendo ser exploratórias, descritivas ou explicativas. Considerando esta classificação, este trabalho pode ser considerado como uma pesquisa descritiva, pois descreve as características de determinada população, das construtoras, estabelece relações entre variáveis e se utiliza de técnicas padronizadas de coleta de dados (GIL, 2009; GIL, 2010), possuindo as três características mais marcantes das pesquisas descritivas.

As pesquisas ainda podem ser qualitativas ou quantitativas (MARCONI; LAKATOS, 2004). Quantitativas são aquelas que empregam quantificação, tanto na coleta de dados, quanto no tratamento das informações obtidas, ou seja, utilizam-se de técnicas estatísticas. Já a abordagem qualitativa procura “analisar e interpretar aspectos mais profundos [...]. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento, etc” (MARCONI; LAKATOS, 2004, p.269). De acordo com a proposta deste trabalho, foram adotadas as duas abordagens, quantitativa na avaliação dos resultados de maturidade obtidos e qualitativa para as entrevistas e demais análises realizadas.

### 4.2 MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

Sabendo que pesquisa científica é “o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico” (GIL, 2010, p. 26) e conhecendo qual o tipo de pesquisa esse trabalho trata, é importante conhecer os procedimentos técnicos ou metodologia que a pesquisa adotará para o seu desenvolvimento. De acordo com

Yin (2010) os métodos de pesquisa são definidos com base no tipo de questão da pesquisa, no controle que o pesquisador exerce sobre os eventos e no tipo de fenômeno trabalhado, se diz respeito a um fenômeno contemporâneo ou a um histórico (quadro 3).

Quadro 3 – Estratégias de pesquisa

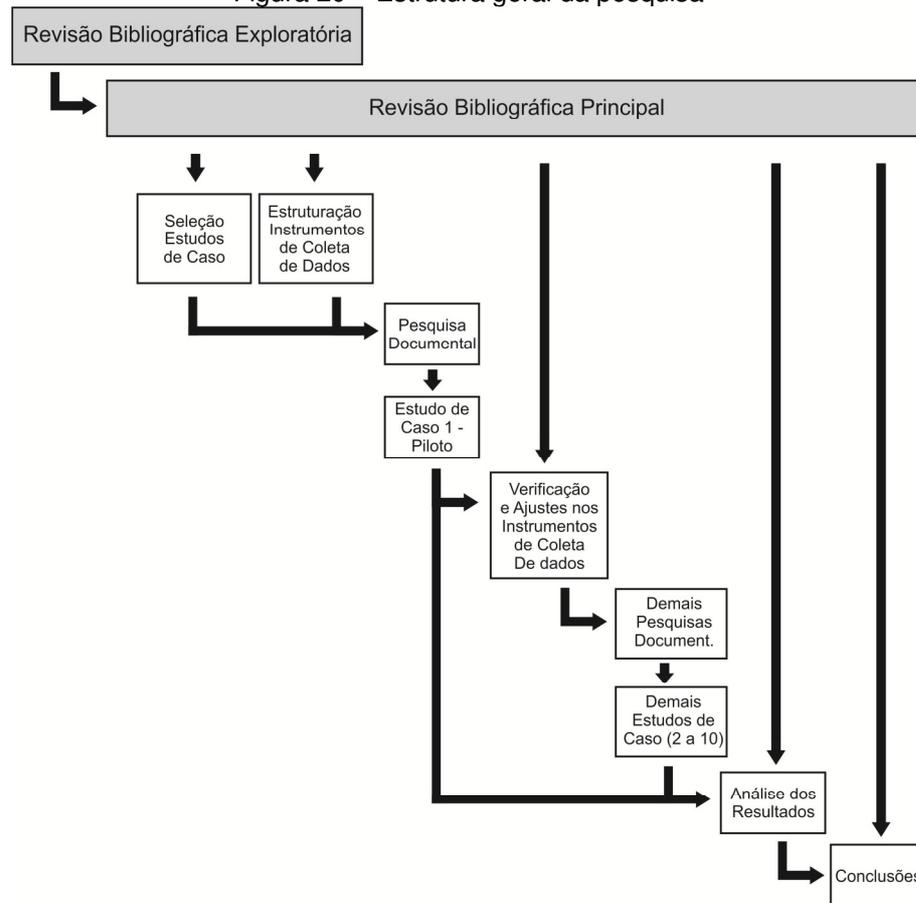
<b>Método</b>	<b>Forma de questão da pesquisa</b>	<b>Exige controle de eventos comportamentais?</b>	<b>Enfoca controle de eventos?</b>
Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento ( <i>survey</i> )	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim/Não
Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Fonte: YIN, 2010, p.29.

Analisando os métodos existentes com suas distinções e contrapondo-os aos problemas e características da pesquisa proposta, optou-se pelo uso do estudo de caso, uma vez que a pesquisa trata de aspectos contemporâneos e não necessita que os fenômenos estudados sejam controlados, além deste método se adequar às perguntas (problemas) deste trabalho. Essa estratégia será complementada pelo uso de outras: a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, estando organizadas de acordo com a figura 20.

Cada uma das etapas apresentada na figura 20 serão melhor explicadas e discutidas nos itens a seguir.

Figura 20 – Estrutura geral da pesquisa



Fonte: arquivo pessoal

#### 4.2.1 Pesquisa bibliográfica

A revisão bibliográfica se deu em duas frentes, a primeira se referiu a uma pesquisa inicial exploratória sobre temas atuais pertinentes ao campo da construção civil, incluindo aqui dados mundiais e do Brasil a respeito do setor. Essa revisão exploratória serviu para entrar em contato com diversos assuntos, inclusive com o tema da pesquisa, e foi a base para escolha do tema deste trabalho.

A outra frente de pesquisa se refere aos temas específicos desta dissertação: engenharia simultânea e maturidade, que teve um início posterior à revisão bibliográfica exploratória. A revisão bibliográfica principal (dos temas específicos), em alguns momentos, foi realizada em paralelo à revisão exploratória e ocorreu até a redação da dissertação, em paralelo aos demais trabalhos.

Essa fase contribuiu para conhecer melhor os temas e definir os problemas da dissertação, embasar teoricamente o projeto e investigar situações e métodos de pesquisa semelhantes ao do trabalho em desenvolvimento. A investigação foi feita em diversas fontes, como livros, artigos e publicações em periódicos e anais de

congressos. Os dois primeiros capítulos do presente trabalho são frutos exclusivos dessa etapa.

#### **4.2.2 Pesquisa documental**

A pesquisa documental trata-se de uma importante etapa desta pesquisa e, apesar de que “assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica” (GIL, 2010, p.51), a grande diferença entre elas é a natureza das fontes, pois a pesquisa documental trabalha com “materiais que não receberam ainda um tratamento analítico” (GIL, 2010, p.51). Esse trabalho foi feito em cada uma das empresas dos estudos de caso. O objetivo desta fase foi coletar informações através de documentos, fluxogramas, organogramas, entre outros, cedidos pela própria empresa, sobre como se desenvolve o processo de iniciação e planejamento de novos empreendimentos nas construtoras estudadas. Esse é um esforço no sentido de permitir uma melhor compreensão da situação atual da empresa e do porquê dos resultados obtidos em sua análise de maturidade.

#### **4.2.3 Estudo de caso**

O estudo de caso foi aqui escolhido como técnica de pesquisa, pois permite “uma visão global do problema ou de possíveis fatores que o influenciam ou são por eles influenciados” (GIL, 2009, p.55). Como o objetivo do trabalho é identificar o nível de maturidade das construtoras capixabas em relação à ES, é de grande interesse detectar como os diferentes elementos nas empresas afetam o nível de maturidade e, conseqüentemente, a aplicabilidade da ES nas construtoras. Além disso, o estudo exige que se tenha uma visão de todo o processo de iniciação e planejamento de um empreendimento imobiliário, para que seja possível identificar nesse processo entraves e melhorias para incorporação da prática simultânea na realidade atual das construtoras locais.

É interessante notar que para o melhor desenvolvimento da pesquisa os estudos de caso foram divididos basicamente em dois momentos, o estudo de caso 1, ou piloto, e os demais estudos de caso. O piloto serviu como uma forma de pôr em prática os instrumentos e os procedimentos de pesquisa, verificando e corrigindo inconsistências, complexidades e ambigüidades, como também permitiu identificar perguntas supérfluas e se a ordem da entrevista estava adequada. Sua realização

também foi essencial para averiguar se a extensão da entrevista proposta estava adequada, tanto para satisfazer às necessidades da pesquisa, quanto para não tornar o processo demasiadamente longo e desinteressante aos participantes. A partir dos resultados obtidos e das considerações feitas pelos participantes no estudo de caso 1 (piloto), procedeu-se aos ajustes necessários nas entrevistas e seus instrumentos e em seguida partiu-se para realizar os demais estudos de caso. Como as melhorias propostas pelo caso piloto não interferiram nos seus resultados, na apresentação e análise dos resultados este caso será apresentado e tratado da mesma forma que os demais.

#### 4.2.3.1 Critérios para seleção da amostra

O critério inicial usado para escolha das empresas foi selecionar aquelas filiadas ao SINDUSCON-ES, que trabalham no ramo de construção e incorporação de edificações residenciais multifamiliares, conforme apresentado no item 1.5. Outro critério foi trabalhar somente construtoras situadas na Grande Vitória, pois a proximidade geográfica facilitou a logística da pesquisa. A partir daí, foram selecionadas aquelas empresas com maior abertura, as quais permitissem o acesso da pesquisadora sem maiores dificuldades. A amostragem foi não probabilística intencional (MARCONI; LAKATOS, 2002), na qual se procurou trabalhar com as empresas mais conhecidas da região, por serem consideradas como líderes de opinião em relação ao universo da pesquisa. Dentro deste universo, a unidade de pesquisa adotada é empresa construtora-incorporadora.

#### 4.2.3.2 Tamanho da amostra

Como um estudo de caso qualitativo, a pesquisa enfoca uma amostra pequena, mas característica da população, contando com nove casos padrão, ou seja, dentro do perfil da amostra. Há também um caso que foge da amostra padrão, trata-se de uma empresa cujo foco é a construção de edificações industriais apesar de também trabalhar com outras tipologias, isso porque inicialmente a pesquisa procurou trabalhar com esses dois universos de forma a estabelecer comparações. Essa proposta inicial foi inviabilizada devido à falta de participação das empresas (ver item 1.5 - Limitações), no entanto optou-se por manter esse caso, pois seus resultados

contribuem para enriquecer as análises e comparações realizadas. Assim, há um total de dez estudos de caso, tratando-se de um estudo de casos múltiplos.

### 4.3 ESTRUTURAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso podem ter variadas fontes de evidência (YIN, 2010). Para cumprir os objetivos da pesquisa de maneira adequada, decidiu-se adotar como fontes de evidência entrevistas realizadas com o uso de formulários, que são um conjunto de questões propostas de forma oral (GIL, 2010), e análise de documentação. A associação desses elementos foi usada, pois “as respostas dos entrevistados estão sujeitas aos problemas comuns de parcialidade, má lembrança e articulação pobre e inexata” (YIN, 2010, p.135), sendo interessante a combinação dos resultados obtidos por meio das entrevistas com informações de outras fontes. Como preocupação adicional a respeito de possíveis problemas de parcialidade por parte dos respondentes, evitou-se o uso do termo engenharia simultânea, de forma a prevenir que os entrevistados buscassem informações adicionais sobre o tema e acabassem por dar respostas que não correspondessem à situação real das empresas.

#### 4.3.1 Entrevistas

Para melhor conduzir os estudos de caso, decidiu-se realizar as entrevistas em duas etapas, de forma a evitar entrevistas muito longas que cansassem os entrevistados. Assim, foi realizada uma primeira entrevista, que consistiu em uma etapa de aproximação, que serviu para complementar as informações obtidas por meio da análise documental da empresa a respeito de como ela desenvolve o processo de iniciação e planejamento de um empreendimento. Já a segunda, consiste em uma análise mais profunda das atividades e elementos da empresa relacionados aos princípios da engenharia simultânea, constituindo o procedimento de avaliação de maturidade da empresa propriamente dito. A primeira entrevista apresentou uma duração média de uma hora e a segunda de 55 minutos.

Pode-se ainda classificar as entrevistas em relação ao seu nível de estruturação, Gil (2010) as classifica em quatro tipos diferentes: informal, focalizada, por pautas e estruturadas. Esta pesquisa trabalhou com entrevistas estruturadas nas duas etapas, ou seja, foi feito uso de um roteiro previamente estabelecido (GIL, 2010). Em

ambos casos as entrevistas foram realizadas face a face, com uma pessoa da empresa com conhecimentos sobre as fases de iniciação e planejamento do empreendimento. Apenas em um dos casos a entrevista foi feita com a presença de mais de um respondente na mesma empresa, apesar de que comumente se fez necessário ajuda/informações de outras pessoas da construtora que não o entrevistado, para conseguir as respostas solicitadas.

É interessante ressaltar que a autora foi a única pessoa responsável por realizar as entrevistas, assegurando a manutenção de um protocolo de coleta de dados padrão em todas as construtoras visitadas. Essa padronização também foi garantida pelo uso de um glossário criado pela autora, com algumas definições e termos que, em caso de dúvida, poderiam ser consultados, de forma a garantir a uniformidade de informações passadas a todos os respondentes (ver APÊNDICE C).

Foi utilizado também o auxílio de gravação de som como “[...] modo de preservar o conteúdo da entrevista” (GIL, 2010, p.119), o que foi feito com o consentimento dos entrevistados. As duas entrevistas propostas serão melhor explicadas nos itens subsequentes.

#### 4.3.1.1 Primeira Entrevista

Como dito anteriormente a primeira entrevista serviu como uma forma de aproximação, que permitisse o melhor conhecimento da empresa a ser analisada. Por se tratar de uma entrevista estruturada, foi feito uso de um roteiro pré-estabelecido na forma de um formulário, de caráter misto, com perguntas abertas, de múltipla escolha e dicotômicas.

O formulário seguiu uma lógica de desenvolvimento segmentada, de forma a facilitar sua aplicação e análise dos resultados (APÊNDICE A). Assim, têm-se quatro seções: informações gerais do respondente, dados de contato, informações gerais da empresa e informações sobre o processo do empreendimento. A primeira seção coleta dados a respeito dos respondentes, como tempo de empresa, cargo, descrição do trabalho, que permitam a elaboração de um perfil. A segunda seção, dados de contato, é opcional e traz os contatos dos respondentes, caso tenham interesse em receber os resultados da pesquisa.

A terceira seção tem por objetivo classificar as empresas em relação a seu porte, atividades, etc., deste modo, essa parte trabalha os dados demográficos das

empresas. Aqui já se iniciam as perguntas sobre o processo de projeto, mas sempre como questões de múltipla escolha, mais como forma de conhecer aquilo que é ou não realizado na empresa. Nesta terceira seção é introduzido um questionamento que está intimamente relacionado com a avaliação de maturidade realizada na segunda entrevista, que é a ordenação dos elementos da engenharia simultânea (antecipação de fases e decisões, simultaneidade das atividades, multidisciplinaridade, integração dos intervenientes e busca e inserção da qualidade) de acordo com aquilo desejado pela empresa e com o que ela faz. Para isso, uma breve explicação sobre cada um dos elementos foi dada aos entrevistados, conforme definições do glossário formulado (APÊNDICE C)

Na quarta e última parte se encontram perguntas fechadas dicotômicas, de sim e não, e dependentes, pois em caso de resposta negativa, essas questões se sucedem a uma pergunta aberta, solicitando por parte do respondente a descrição de um processo ou da organização. Nesta seção são solicitados alguns documentos e procedimentos da empresa, organograma e fluxogramas, para que seja feita a análise documental. As perguntas abertas aqui contidas procuram identificar a forma segundo a qual a organização está estruturada, como trabalha e quais os problemas que possui, principalmente naquilo que tange as fases de iniciação e planejamento do empreendimento. O formulário utilizado nessa fase pode ser visto em sua íntegra no APÊNDICE A – Formulário Primeira Entrevista.

#### 4.3.1.2 Segunda Entrevista

A segunda entrevista é o que pode ser considerado, de fato, como a avaliação de maturidade. São as respostas aos questionamentos e indagações feitos nessa etapa que possibilitarão a geração de dados para avaliação numérica e categorização da maturidade da empresa em um determinado nível.

Neste segundo dia, o respondente já sabe do que se trata a pesquisa, uma vez que havia passado pela primeira entrevista, onde uma breve explicação dos dois momentos foi dada. Ainda assim, a pesquisadora no início de cada entrevista esclarecia o que ia se passar nesse segundo momento. Juntamente com o já citado glossário, as entrevistas foram conduzidas com a ajuda de outra ferramenta, um formulário (APÊNDICE B – Formulário Avaliação de Maturidade ES).

Esse formulário foi fruto da extensa análise bibliográfica realizada. Em um primeiro momento a revisão sobre engenharia simultânea permitiu identificar os cinco elementos principais do processo de empreendimento simultâneo (ver item 2.3.2). Com esse conhecimento, optou-se por estruturar a avaliação de maturidade da ES em cinco grupos, cada um deles correspondendo a um elemento, ficando da seguinte maneira: (a) Antecipação de Fases e Decisões; (b) Simultaneidade das Atividades; (c) Multidisciplinaridade; (d) Integração dos Intervenientes; e (e) Busca e Inserção da Qualidade. Além de uma última seção, (f) Engenharia Simultânea. Essa divisão permite a clara identificação de quais elementos precisam ser melhorados para que a ES se desenvolva em cada empresa.

O estado da arte sobre engenharia simultânea, combinado com o de maturidade, definiu as questões a serem usadas na avaliação e o formato em que deveriam ser apresentadas. O formulário elaborado para esta etapa teve um caráter estritamente fechado, a exceção da sua última pergunta (seção f), sendo constituído por afirmativas sobre a realidade da empresa e seus processos. Assim, a cada elemento foi atribuído um número  $n$  de afirmações que o caracterizassem, conforme observado na tabela 1, que eram respondidas em cima de cinco alternativas:

- Sempre;
- Geralmente;
- Às vezes;
- Raramente; e
- Nunca.

Tabela 1 – Número de perguntas por elementos\*

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Nº de perguntas por elementos	17	9	11	16	26

\*Nota: Ver APÊNDICE B  
Fonte: arquivo pessoal

O uso dessas cinco alternativas de estimacão (sempre, geralmente, às vezes, raramente e nunca) seguiu as orientações de Gil (2010) e Marconi e Lakatos (2002), conjuntamente com aquilo observado na revisão, que apontavam a facilidade de uso e de mensuração proporcionada por esse tipo de resposta. Não foi inclusa a

alternativa “não sei”, para evitar respostas evasivas por parte dos entrevistados. Para cada uma das alternativas foi atribuído um valor, sendo o maior valor àquele correspondente a resposta mais favorável ao uso da ES, dessa forma as perguntas foram elaboradas de modo que a opção de maior nota corresponda à situação ideal para o desenvolvimento da ES. Um exemplo do exposto encontra-se na tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo de afirmações com escala de respostas\*

Nº	Questões	Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca
4a	Os intervenientes participam do empreendimento desde a etapa de iniciação/estudos preliminares, fazendo comentários e sugestões	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
7d	O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

(X) = Valor atribuído a cada resposta para cálculo posterior do pesquisador

\*Nota: Ver APÊNDICE B

Fonte: arquivo pessoal

Para cada questão o entrevistado deve escolher apenas uma dentre as cinco alternativas de gradação, que melhor representa aquilo executado no dia a dia da pela empresa em relação ao item questionado. Para melhor compreensão, a tabela 3 mostra a forma de preenchimento do formulário, tomando como exemplo as respostas das mesmas questões da tabela 2 dadas pela empresa C, com as respectivas pontuações obtidas em cada uma das questões.

Tabela 3 – Respostas questões 4a e 7d empresa C, com respectiva pontuação

Nº	Questões	Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca
4a	Os intervenientes participam do empreendimento desde a etapa de iniciação/estudos preliminares, fazendo comentários e sugestões	X (5)				
7d	O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos		X (2)			

Fonte: arquivo pessoal

Além das questões fechadas, o formulário possui, na seção f – engenharia simultânea, sua única pergunta aberta. Essa seção é a última a ser aplicada e é constituída apenas por duas questões, uma questão dicotômica de sim e não, onde se pergunta se o respondente sabe o que é ES. E uma questão aberta dependente, ou seja, que só será respondida no caso do entrevistado responder afirmativamente

a primeira questão. A proposta dessa seção é identificar se as empresas conhecem a abordagem simultânea e se esse conhecimento representa algum ganho nos resultados obtidos na avaliação.

Cabe ainda destacar que nas entrevistas foram usadas duas versões do formulário, uma para o entrevistado e outra para o entrevistador. Essa foi uma conclusão do estudo de caso piloto, onde a falta de um documento para o entrevistado acompanhar aquilo lido pela pesquisadora foi citado como um problema, pois dificultava a lembrança da pergunta e a manutenção do foco. A diferença de versão é justificada, pois o formulário do respondente é mais simplificado; nele as seções são identificadas apenas com letras, ao invés de serem intituladas, evitando induções, e algumas perguntas são resumidas e sem exemplos, de forma a serem menos cansativas. Já o formulário do entrevistador possui perguntas mais completas e com exemplos, de forma a padronizar as informações passadas em caso de dúvidas.

Apesar do caráter fechado do formulário, a versão do entrevistador possui ainda um campo adicional denominado “comentários”, que permitiu a coleta de verbalizações quando os entrevistados apontavam necessidade ou faziam algum comentário. A inclusão desse item teve por objetivo assegurar que problemas mais específicos e soluções já adotadas pelas empresas pudessem ser registrados e compartilhados, enriquecendo a pesquisa. Essas diferenças entre as versões do formulário têm, na verdade, o intuito de preservar a veracidade das informações dadas, evitando “contaminar” o respondente com dados que pudessem levá-lo a alterar suas respostas.

Quanto ao caso da construtora que trabalha com empreendimentos industriais (Empresa J), convém destacar que, como algumas afirmações da avaliação não atendiam às suas características levantadas, foram feitas adaptações pela entrevistadora, de forma que aquilo exposto se adequasse à realidade da empresa, ao mesmo tempo em que mantinha o objetivo inicial da pergunta. E para alguns itens, no caso àqueles relativos a marketing e vendas, que não se aplicam a uma empresa industrial, eles foram retirados e desconsiderados na avaliação.

#### 4.4 ESTRATÉGIAS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após definir a metodologia, com sua estruturação e instrumentação, procurou-se a melhor forma de transpor as informações coletadas, gerando resultados capazes de serem analisados e comparados. Nesse sentido, é interessante ressaltar que apesar da segunda entrevista ser considerada como a avaliação de maturidade, a análise e compreensão dos dados só pode ser feita mediante às informações colhidas na segunda etapa, por essa razão, a análise de maturidade necessita dessas duas etapas.

As informações obtidas nos dois momentos foram analisadas individualmente, para gerar a caracterização das empresas e definir o nível de maturidade de cada uma delas, depois os dados obtidos foram cruzados, de forma a obter um alinhamento das evidências encontradas. Os resultados também foram comparados com aqueles de outras pesquisas, procurando examinar se os achados também foram verificados em outros trabalhos.

##### 4.4.1 Escala de maturidade adotada

Para classificação da maturidade foi necessária a criação de uma escala que se adaptasse ao modelo de avaliação proposto. Tendo em vista que o formulário em questão foi dividido em cinco grupos, essa configuração, associada às pontuações de cada pergunta, permitiu a contabilização dos pontos de cada elemento e a avaliação de quais são os elementos com melhor desempenho e os com maior dificuldade a serem implantados, permitindo traçar um diagnóstico e estabelecer um nível de maturidade das empresas em relação ao uso da engenharia simultânea.

A lógica de avaliação proposta foi a seguinte: primeiro calcula-se a pontuação por elemento e, depois disso, faz-se o cálculo do nível geral de maturidade. O cálculo da pontuação da maturidade por elemento será baseado na fórmula de Silva (2010), onde o nível de maturidade do elemento ( $Me$ ) equivale ao somatório dos pontos obtidos naquele elemento ( $pe$ ), dividido pelo máximo de pontos possíveis ( $tp$ ) naquele elemento. Multiplicando o resultado por 100 tem-se um valor em percentual da maturidade de cada elemento. Sendo o valor mais alto (pontuação mais alta) de resposta possível por pergunta cinco e considerando que o número de afirmações varia de acordo com a característica a ser avaliada, a pontuação máxima também irá variar, conforme configuração exibida na tabela 4.

Tabela 4 – Número de perguntas x máximo de pontos possíveis

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Nº Perguntas	17	9	11	16	26
Máximo de pontos possíveis (tp)	85	45	55	80	130
Maturidade por elemento (Me)	$Me=(pe/tp) \times 100$				

Nota: Me = Maturidade por elemento; pe = somatório dos pontos obtidos no elemento; tp = total de pontos possíveis no elemento

Fonte: arquivo pessoal

Para o cálculo da maturidade geral (Mg), como cada elemento possui um papel essencial na criação do processo simultâneo, foi dado a eles o mesmo peso. Assim, o resultado combinado da avaliação dessas categorias, ou seja, o somatório da maturidade de cada um dos elementos dividida pelo número de elementos (cinco), é que dá o resultado geral de maturidade da empresa, conforme demonstrado na fórmula 1 abaixo:

$$Mg = \frac{\sum_1^5 Me}{5} \quad (1)$$

onde,

Mg = maturidade geral da empresa (%);

Me = maturidade obtida em cada elemento pela empresa.

A pontuação obtida (em percentual) é analisada com base em uma escala de valores dividida em cinco níveis, que é o comumente usado em modelos de maturidade (CMM, BEACON, MMGP, PMMM, RACE, entre outros), adaptada dos modelos BEACON (KHALFAN, 2001) e RACE (GRAAF; SOL, 1994), de acordo com o quadro 4. Para facilitar o uso e entendimento dos níveis de maturidade propostos optou-se por associar a cada nível uma letra de A a E, seguindo a mesma lógica do selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. Dessa forma, tem-se a letra A correspondendo ao nível otimizado, melhor nível de maturidade para a ES, seguido respectivamente de maneira decrescente pelos níveis B (gerenciado), C (caracterizado), D (repetitivo) e E (*Ad-hoc*).

Quadro 4 – Escala de maturidade

Pontuação obtida (%)	Nível de maturidade	Classificação	Descrição
Até 20	<i>Ad-hoc</i>	E	Não há o entendimento e o uso sistemático da engenharia simultânea na empresa. Os processos e comunicações são em grande parte informais, as tecnologias e ferramentas usadas não são modernas, não há planejamento nem controle do processo e há desorganização entre os intervenientes. Pode haver iniciativas pontuais de melhorias.
20 --  40	Repetitivo	D	Procedimentos e métodos padronizados são utilizados e o processo é repetitivo. A comunicação e interação entre as equipes ainda encontra barreiras e acontece mais em momentos específicos/pontuais. Há necessidade de se efetuar planejamento e controle.
40 --  60	Caracterizado	C	O processo de desenvolvimento do empreendimento é caracterizado e conhecido. Os envolvidos no processo entendem o programa e as necessidades dos clientes, ainda não há a participação de todos os envolvidos no desenvolvimento dos projetos e planejamento. Há um uso moderado de inovações tecnológicas.
60 --  80	Gerenciado	B	O processo de desenvolvimento do empreendimento é caracterizado, conhecido, compreendido, planejado e acompanhado. Os diversos intervenientes são envolvidos durante quase todo o processo e há boa comunicação entre eles. Ferramentas tecnológicas adequadas são usadas.
80 --  100	Otimizado	A	Há um alto controle do processo de desenvolvimento do empreendimento. A performance dos intervenientes e das decisões tomadas são avaliadas. Há comunicação contínua e sem barreiras e as decisões tomadas sempre se baseiam em um banco de dados e consideram as necessidades de todos os clientes do empreendimento. Representa um estágio em que a empresa alcança uma cultura de melhoria contínua de suas práticas.

Fonte: adaptado de KHALFAN, 2001 e GRAAF, SOL, 1994

#### 4.4.2 Procedimentos para caracterização das empresas

Em um primeiro momento são apresentadas as características das empresas da amostra através dos dados coletados na primeira entrevista, apresentados através de gráficos, quadros e tabelas. Em relação ao porte, as empresas são categorizadas de acordo com os critérios do SEBRAE (s.d.), como indica a tabela 5. Informações básicas sobre os projetos e sua compatibilização também são dadas.

Tabela 5 – Classificação porte indústrias

Porte da Indústria	Número de Funcionários
Micro	até 19 empregados
Pequena	20 a 99 empregados
Média	100 a 499 empregados
Grande	mais de 500 empregados

Fonte: arquivo pessoal

Ainda dentro da caracterização das empresas, procura-se qualificar os entrevistados a respeito do sexo, tempo de empresa, formação e cargo, de forma a permitir que se trace um perfil e se conheça os respondentes da pesquisa.

Em seguida, a estrutura organizacional das empresas é exposta e identificada de acordo com a classificação de Robbins (2006), em função da departamentalização, da amplitude de controle e da centralização e descentralização. Em relação à departamentalização, que é a forma como estão agrupadas as tarefas comuns, as organizações podem se organizar por função, por produto, por critérios geográficos, por processo ou por cliente. Quanto à amplitude de controle, que é a hierarquização das empresas, elas podem apresentar forte hierarquização, ou seja, grande amplitude de controle, ou pouco hierarquizadas, que é o mesmo que baixa amplitude de controle. E sobre a centralização, podem ser classificadas em centralizadas ou descentralizadas, sendo que quanto mais centralizada uma instituição, mais as decisões são tomadas por sua cúpula com menor participação dos escalões inferiores.

Passa-se então à caracterização da fase de iniciação, onde são expostas similaridades e diferenças entre as empresas e os principais problemas nela existentes são relatados. Esse mesmo procedimento é realizado para caracterizar o processo de projeto. O objetivo dessa etapa de caracterização das empresas é identificar construtoras com traços comuns dentro e fora (revisão bibliográfica) da amostra estudada, de forma a permitir que grupos com características semelhantes sejam criados e que através desses grupos possam ser traçadas comparações relevantes a cerca da maturidade da engenharia simultânea nas empresas.

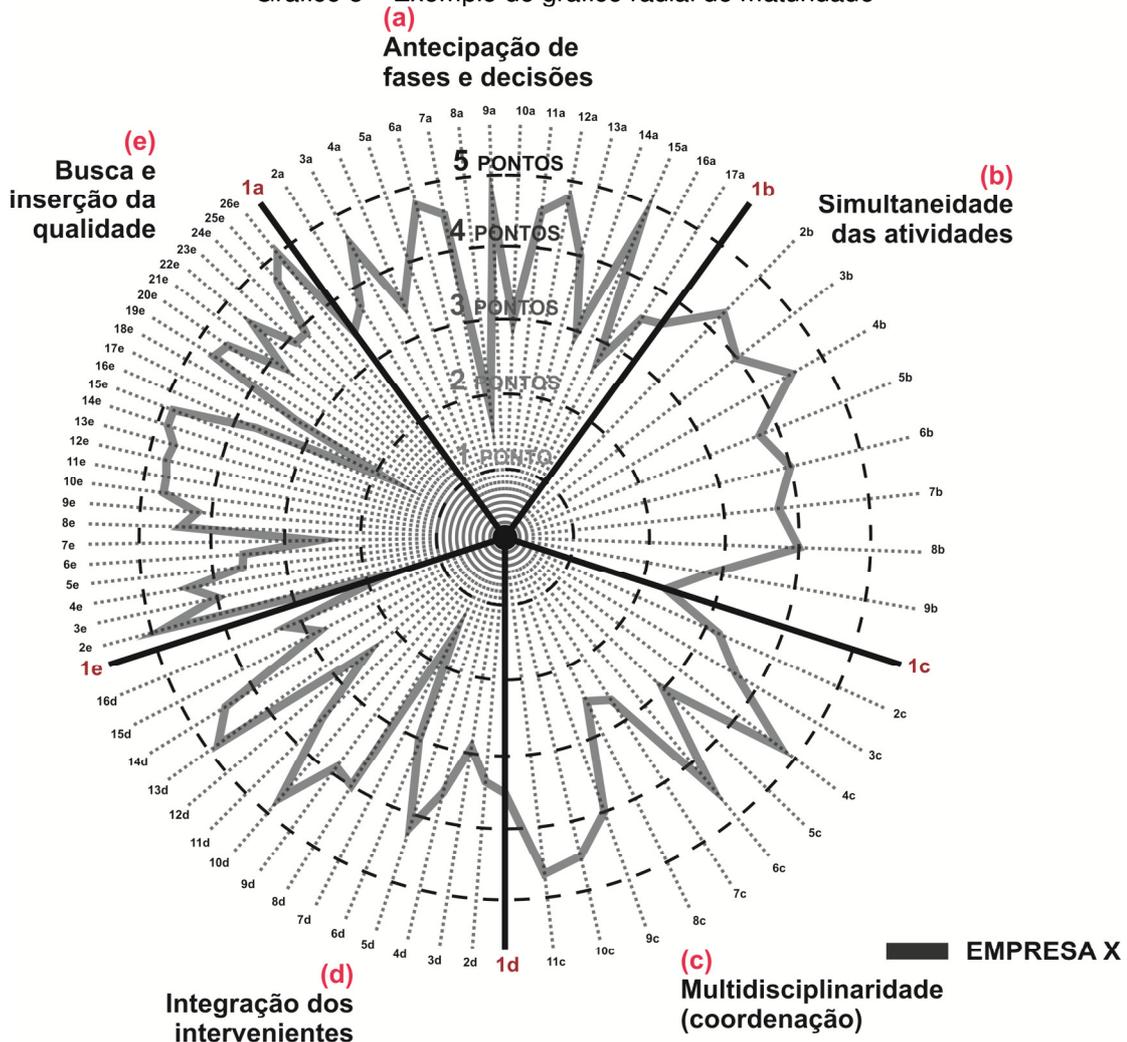
Vale destacar que mais informações a respeito da caracterização das empresas, seus respondentes, organização, fase de iniciação e processo de projeto podem ser vistas com maiores detalhes no APÊNDICE D – Caracterização Detalhada das Construtoras.

#### **4.4.3 Análise individual dos resultados**

A análise individual começa com a apresentação dos resultados da avaliação de maturidade, que é mensurada e classificada segundo a metodologia descrita neste capítulo, sendo indicado o nível geral de maturidade da empresa e o percentual por elemento.

Esses resultados também são transformados em um mapa da engenharia simultânea da construtora analisada, através de um gráfico radial, dividido em cinco eixos (um para cada elemento), cada qual com suas perguntas e com cinco círculos concêntricos, representando cada um deles o valor da resposta obtida. Um exemplo deste gráfico pode ser visto no gráfico 8. Esse mapa permite a fácil identificação por parte da construtora daqueles elementos e quesitos que necessitam de melhoria e quais já se encontram bem desenvolvidos, servindo como guia para a implantação de um plano de ação. Ao facilitar a identificação dos elementos de menor desempenho e de seus respectivos itens com piores pontuações, o mapa proporciona uma melhor compreensão e visualização do nível de maturidade da empresa, geral e por elemento. Deve-se ressaltar que na empresa com foco em empreendimentos industriais, aqueles itens que não se aplicam aparecem identificados no gráfico radar com uma coloração cinza clara.

Gráfico 8 – Exemplo do gráfico radial de maturidade



Fonte: arquivo pessoal

Seguido a isso, é exibido na forma de quadro o resultado da ordenação dos elementos da ES feitos pelo respondente durante a primeira entrevista. Com essa informação uma primeira análise já pode ser feita, pois resultados divergentes entre as respostas dadas pelo entrevistado a respeito daquilo que a construtora faz e do que acredita já são um indicativo de que a empresa precisa passar por mudanças.

A avaliação de maturidade por elemento pode então ser comparada com a ordenação dos elementos da ES definida pela empresa durante a primeira entrevista, permitindo descobrir quão bem a organização entende o processo realizado por ela hoje e, relacionando com o que ela acredita, notar em quais áreas devem ser investidos os esforços de melhorias. Alguma discussão ainda é feita em virtude da confrontação dos resultados da maturidade e daquilo apresentado como problema pela empresa e com algumas características particulares da organização, buscando justificar e entender os resultados encontrados na avaliação de maturidade.

Por fim, a resposta da seção f com as possíveis verbalizações feitas nela foram analisadas e comparadas com o resultado de maturidade alcançado, procurando compreender se há conhecimento por parte da empresa do que vêm a ser engenharia simultânea e se isso influencia de alguma forma nos resultados de maturidade obtidos.

#### **4.4.4 Análise cruzada dos resultados**

É feito o cruzamento dos dados obtidos na análise de maturidade das empresas. Esses dados são relacionados a partir das informações levantadas na caracterização das construtoras. Primeiramente, os resultados de maturidade de todas as construtoras são comparados buscando identificar a média geral da amostra, se há alguma uniformidade quanto aos melhores e piores elementos e questões comuns que necessitam de melhorias. Posteriormente, outras comparações são realizadas entre agrupamentos de empresas, formados com base nas informações obtidas na caracterização. Assim sendo, para cada agrupamento foram traçadas as médias de maturidade da ES ( $Ma$ ) segundo a fórmula 2, a seguir.

$$Ma = \frac{\sum_1^X Mg}{N} \quad (2)$$

onde,

$Ma$  = maturidade agrupamento (%);

$M_g$  = maturidade geral da empresa;

$X$  = empresas enquadradas naquele agrupamento;

$N$  = número de empresas contidas naquele agrupamento.

Essas análises são realizadas com o auxílio do mapa de maturidade elaborado nesta pesquisa (gráfico de radar). Nele, os resultados das empresas são superpostos, colorindo-se em preto as áreas em que nenhuma empresa obteve pontuação, de forma a permitir identificar mais claramente os elementos e itens que necessitam de melhorias. Ou seja, procede-se assim a uma análise de maturidade dos elementos e seus itens, procurando identificar se há um padrão, quais os problemas comuns e quais aqueles elementos que já se encontram bem desenvolvidos. Os resultados obtidos também são comparados com aqueles de outras pesquisas, identificando pontos semelhantes e se aquilo encontrado neste trabalho é condizente com a bibliografia estudada.

São essas análises cruzadas que permitem a identificação de características que influenciam a maturidade das empresas e de propostas de melhorias, sejam essas levantadas a partir do cruzamento dos dados entre as empresas desta pesquisa, ou da interseção dos resultados obtidos neste trabalho com a revisão bibliográfica.

# **5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Antecedendo a etapa de discussão há a fase de apresentação dos resultados, que corresponde a este capítulo. Aqui, a partir das informações coletadas, são:

- Caracterizadas as empresas;
- Identificado o nível de maturidade de cada uma delas em relação ao uso da ES;
- Identificados os pontos fortes e fracos das construtoras; e
- Formuladas possíveis justificativas para os resultados de maturidade obtidos.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

As empresas aqui apresentadas totalizam um número de 10, incluindo o estudo de caso piloto. Essas empresas foram selecionadas conforme os critérios para seleção da amostra (item 4.2.3.1) e são aquelas que, dentre os convites enviados, aceitaram participar da pesquisa. Para manter o anonimato das empresas participantes, essas serão identificadas por letras selecionadas de forma aleatória.

Considerando a variabilidade existente entre as empresas, em um primeiro momento é importante caracterizá-las para, a partir daí, analisar possíveis semelhanças e diferenças. Assim sendo, com base nas informações colhidas nas entrevistadas, apresenta-se um resumo das características gerais das empresas entrevistadas, no quadro 5, englobando elementos desde o tempo de mercado, ao tipo e forma de trabalho e de contratação de projetos. Convém destacar que informações mais detalhadas sobre cada uma das construtoras, bem como a descrição das suas fases de iniciação e processo de projetos podem ser encontradas no APÊNDICE D.

Observando as informações do quadro 5, percebe-se que, com exceção da empresa I, as demais são de origem capixaba. Essas construtoras possuem o mesmo público-alvo, as classes média e baixa, sendo que a G atua também construindo imóveis para a classe baixa. Outra característica comum é a presença da norma ISO 9001, sendo a empresa E é a única a não ter essa certificação. Deve-se comentar também sobre a abrangência geográfica, que em sua maioria está concentrada no estado do Espírito Santo, com apenas três empresas fugindo a essa regra.

Quadro 5 – Características da amostra

Empresa	Tempo de mercado	Porte (nº funcionários)	Origem	Abrangência Geográfica	Padrão			Normas	Ramo de atuação				Tipologias Executadas					Desenvolvimento de projetos		Compatibilização de projetos	
					A	M	B		I	C	IC	O	RU	RM	CO	ID	O	IN	E	IN	E
A	32	Grande (1100)	Vitória	ES	X	X		ISO 9001			X			X	X			X	X	X	
B	24	Pequeno (98)	Vitória	ES, RJ E GO	X	X		ISO 9001		X	X			X	X		X	X	X	X	
C	13	Médio (430)	Vila-Velha	Vitória e Vila Velha	X	X		ISO 9001		X	X			X				X	X	X	
D	18	Médio (104)	Vitória	Vitória	X	X		ISO 9001			X			X	X				X	X	X
E	31	Médio (145)	Vitória	Vitória		X		-			X			X	X		X		X	X	
F	32	Grande (820)	Vitória	Vitória e Serra	X	X		ISO 9001	X		X		X	X	X			X	X	X	
G	38	Médio (250)	Vitória	ES	X	X	X	ISO 9001 OHSAS 18001		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
H	29	Médio (128)	Vitória	Vitória	X	X		ISO 9001			X		X	X	X			X	X	X	
I	39	Grande (450 só no Espírito Santo)	Fora do ES	ES, RJ, SP, MA, PI, PA	X	X		ISO 9001			X			X	X		X	X	X	X	
J	27	Grande (1300)	Vitória	ES, BA, PN, SP, PE, MS, MA		X*		ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001			X			X	X	X		X	X	X	

LEGENDA: X\*: classe média para os empreendimentos em parceria, mas o forte é o atendimento a indústrias;

A= padrão alto, M= padrão médio e B= padrão baixo;

I= Incorporação, C= construção para terceiros, IC= Incorporação-construção, O= outros;

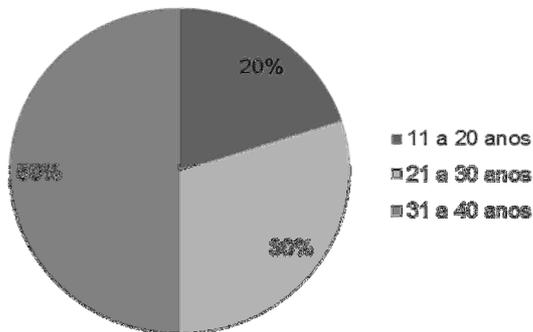
RU= Residencial unifamiliar, RM= residencial multifamiliar; CO= Comercial, ID= Industrial, O= outros;

IN= Interno, E= Externo

Fonte: arquivo pessoal

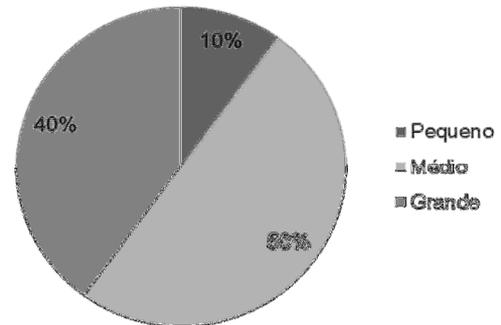
Nas características apresentadas no quadro 5 vale a pena analisar mais a fundo a questão do tempo de mercado e do porte das empresas (Gráficos 9 e 10), onde as construtoras têm em média de 28 anos de existência, com a mais nova possuindo 13 anos de fundação, o que indica uma amostra de empresas consolidadas no mercado. Quanto ao porte, na amostra há uma boa representatividade de construtoras de grande e de médio porte, o que não acontece para as de pequeno porte, com apenas uma empresa no grupo (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Tempo de mercado



Fonte: arquivo pessoal

Gráfico 10 – Porte empresas



Fonte: arquivo pessoal

Focando no ramo de atuação e nas tipologias executadas, as informações presentes no quadro 5, mostram que todas as empresas trabalham como incorporadoras construtoras, existindo apenas quatro (40%) que, além dessa atuação, constroem ou incorporam para terceiros, seguindo a tendência brasileira (item 3.5.). Examinando melhor a questão das tipologias, os empreendimentos residenciais multifamiliares são unanimidade, entretanto a maioria diversifica as tipologias executadas, trabalhando em média com três produtos distintos.

A contratação de projetos terceirizados é uma realidade identificada por diversas pesquisas (FABRÍCIO, 2002; MIKALDO JÚNIOR, 2006; MEDEIROS, 2012) e vivida por todas as empresas da amostra. Contudo, à exceção das construtoras D, E e G, alguns projetos ainda são desenvolvidos internamente. Já com a compatibilização ocorre a situação inversa. Ela sempre é desenvolvida internamente, mesmo quando as empresas contratam esse serviço de terceiros, como é o caso das construtoras D e G.

### 5.1.1 Caracterização dos respondentes

Passando aos respondentes, esses são compostos, em sua maioria, por indivíduos do sexo feminino, com apenas três homens entre os respondentes, dois deles na

empresa I. No quadro 6 é possível ver agrupada uma síntese da caracterização dos respondentes.

Quadro 6 – Caracterização dos respondentes

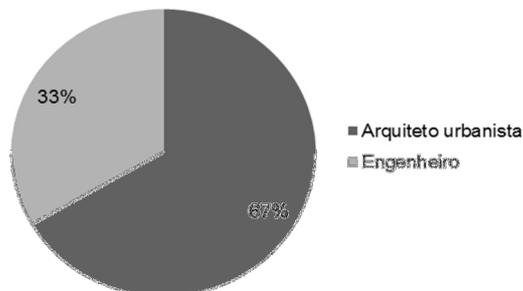
Respondente	Tempo de empresa (em anos)	Cargo	Formação	Responsabilidades
A	8	Arquiteto	Arquiteto e urbanista	Elaborar especificações e detalhamentos, compatibilizar projetos e fazer o acompanhamento das obras
B	7	Coordenador de projetos	Arquiteto e urbanista	Desenvolver projetos executivos, compatibilizar e analisar projetos, criar projetos de decorados, especificações, cuidar das modificações de clientes e acompanhamento da ISO referente à área de projetos
C	8	Gerente de engenharia	Engenheiro civil	Acompanhar os empreendimentos nos quesitos físico-financeiro, coordenar as equipes de engenharia nas áreas técnicas e de obras e suporte às obras
D	16	Gerente de engenharia	Engenheiro civil	Ccoordenar a elaboração dos projetos, desde a arquitetura até os executivos, incluindo possíveis modificações de clientes
E	1	Analista de projetos	Arquiteto e urbanista	Análisar, compatibilizar e acompanhar a execução dos projetos, manutenção predial e elaborar modificações nos projetos
F	2,5	Analista de projetos	Arquiteto e urbanista	Contratar projetistas complementares, analisar projetos, compatibilizá-los com a arquitetura e desenvolver projetos executivos
G	6,5	Arquiteto	Arquiteto e urbanista	Coordenar o desenvolvimento de projetos
H	16	Gerente de obras/ Coordenador de projetos	Arquiteto e urbanista	Coordenar o trabalho de execução da obra e, no escritório, coordenar o processo de projeto
I1	11	Gerente de incorporação	Engenheiro civil	Novos negócios da empresa: gerenciar o desenvolvimento e legalização do produto
I2	2,5	Analista de projetos	Arquiteto e urbanista	Analisar e contratar os projetos complementares
I3	4	Coordenador de qualidade	Arquiteto e urbanista	Coordenar os processos relativos à ISO 9001 e qualidade
J	10	Gerente de engenharia	Engenheiro civil	Gerenciar o desenvolvimento dos projetos para as obras que a empresa executa, desde estudos preliminares até projetos executivos.

Fonte: arquivo pessoal

A formação dessas pessoas alterna entre arquiteto e urbanista ou engenheiro, segundo a proporção apresentada no gráfico 11. O tempo de empresa dos

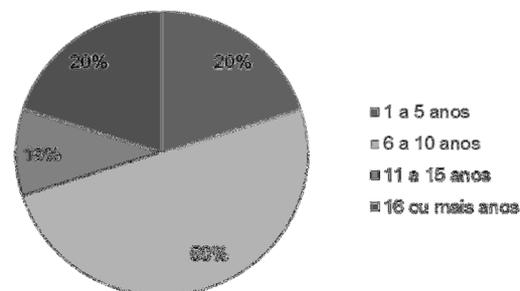
respondentes é variado, embora a grande maioria possua mais de dez anos, o que garante um bom conhecimento dos processos da construtora (Gráfico 12).

Gráfico 11 – Formação respondentes



\*Para a empresa I foram considerados os três respondente: dois arquitetos e um engenheiro  
Fonte: arquivo pessoal

Gráfico 12 – Tempo de empresa respondentes



\*Para a empresa I foi considerada a idade do respondente com mais tempo de empresa  
Fonte: arquivo pessoal

### 5.1.2 Caracterização da estrutura organizacional

Comparando as estruturas organizacionais das empresas analisadas (para maiores informações ver APÊNDICE D), é claramente perceptível a similaridade dessas (Quadro 7). Todas estão organizadas em uma estrutura funcional, com geralmente quatro níveis de comando. A centralização das decisões varia de acordo com a empresa. Os resultados encontrados na revisão bibliográfica apontam claramente a estrutura funcional como modelo dominante no setor (FABRÍCIO, 2002; BRUEL, 2003; CASTRO, 2010) e fora dele (ROBBINS, 2006; PEREIRA, 2007), ao mesmo tempo em que advertem para a falta de adequação desta estrutura a um ambiente simultâneo “[...] devido à sua rigidez e inaptidão aos níveis de interação exigidos pelo desenvolvimento em paralelo de vários aspectos do produto e do processo” (FABRÍCIO, 2002, p.215-216).

Quadro 7 – Estrutura organizacional da amostra

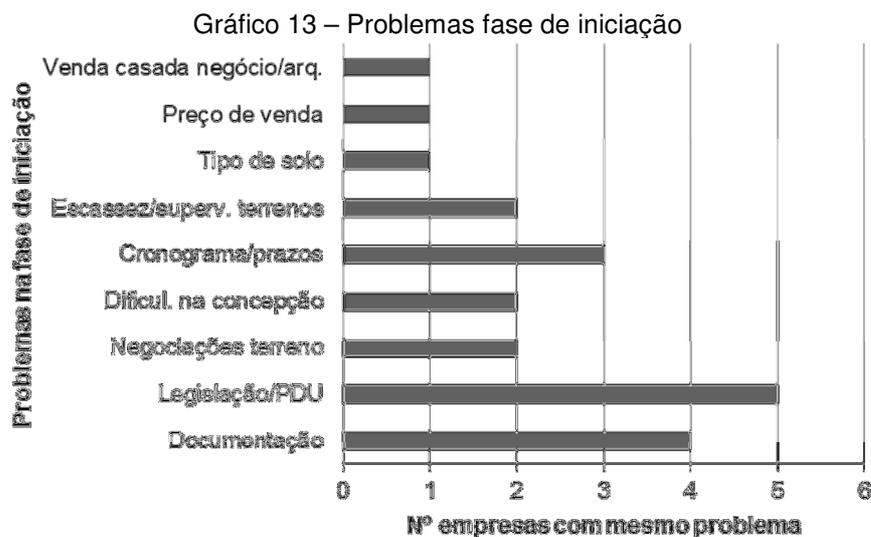
Empresa	Tipo	Amplitude de comando	Centralização das decisões
A	funcional	4	centralizada
B	funcional	4	pouco centralizada
C	funcional	3	pouco centralizada
D	funcional	4	levemente centralizada
E	funcional	4	centralizada
F	funcional	4	pouco centralizada
G	funcional	4	levemente centralizada
H	funcional	4	centralizada
I	funcional	4	centralizada
J	funcional	4	pouco centralizada

Fonte: arquivo pessoal

### 5.1.3 Caracterização da fase de iniciação

A fase de iniciação em todas as construtoras contempla aspectos similares, um dos mais marcantes dessa etapa é o fato dela ser limitada a um grupo de participantes que a desenvolve de início a fim, sem ou com a participação restrita de outros setores (ver fluxogramas APÊNDICE D), podendo causar problemas para os elementos antecipação de fases e decisões, multidisciplinaridade e integração dos intervenientes. O mesmo foi verificado nos estudos de caso de Conde (2001), Fabrício, (2002), Peralta (2002) e Castro (2010) e Pedrini (2012), que salientam a integração limitada decorrente de processos similares praticados nesta fase.

Os problemas levantados nessa etapa também foram parecidos, como pode ser visto no gráfico 13, sendo a maioria relacionada à legislação vigente e as restrições e dificuldades que elas impõem e à documentação do terreno e de seus proprietários. Convém destacar que como a empresa H revelou não possuir problemas nessa fase, ela não foi considerada neste quantitativo.



Fonte: arquivo pessoal

### 5.1.4 Caracterização do processo de projeto

O processo de projeto varia bastante (os processos de cada construtora podem ser vistos no APÊNDICE D), ainda que o produto final seja sempre o mesmo: a elaboração de projetos para execução da obra. Alguns processos contam com mais etapas, outros com mais pontos de análise, ou mais reuniões de integração e participação de outros setores, não havendo uma uniformidade, a não ser a execução sequencial da maior parte das atividades e o domínio dos e-mails como forma de comunicação. As pesquisas de Conde (2001) e Ito (2007) também

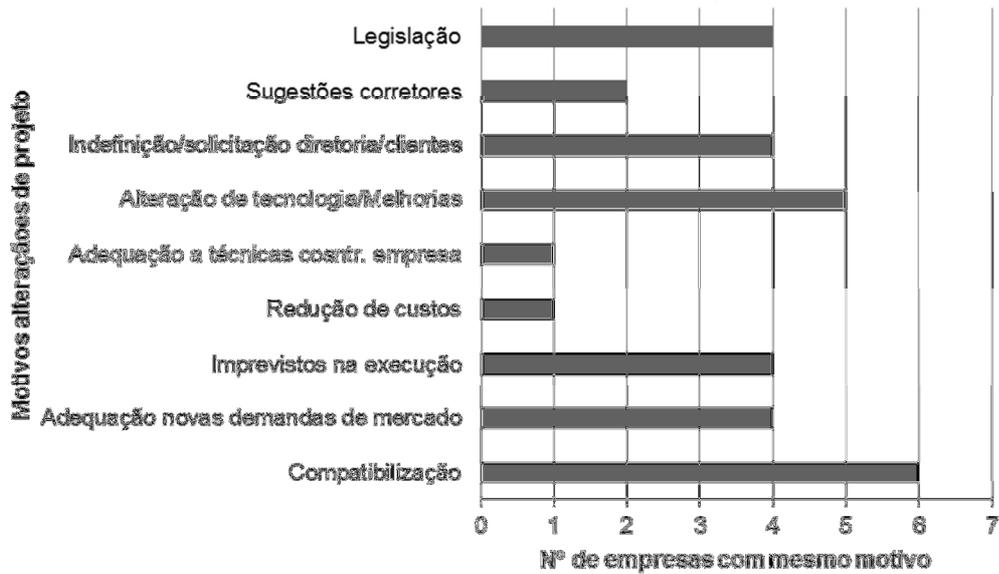
identificam os e-mails como principal fonte de comunicação, o que leva a crer que essa é uma situação geral às empresas do setor. A grande preocupação é que, ainda que métodos formais como reuniões, atas, *checklists*, entre outros, também sejam usados, os e-mails são uma prática onde há pouco controle do tipo, qualidade e quantidade das informações passadas (FABRÍCIO, 2002; ITO, 2007).

Os problemas gerados em obra decorrentes dos projetos e as razões para alterações de projetos apresentados pelas empresas também guardam semelhanças (Gráficos 14 e 15). Entre os motivos para modificação de projetos, o número um é a compatibilização, que, se por um lado é positiva por ser parte do processo para minimização de interferências (PERALTA, 2002; MIKALDO JÚNIOR, 2006), por outro mostra que as decisões não são tomadas em conjunto por uma equipe multidisciplinar no início do empreendimento, pois essa atitude levaria à elaboração de projetos com menor índice de interferências, situação igualmente observada por Corrêa (2006). É interessante notar que, ainda que causadores de diversos problemas na obra (CONDE, 2001; FABRÍCIO, 2002; GRILO, 2002; CORRÊA, 2006; MIKALDO JÚNIOR, 2006; ITO, 2007), em especial retrabalhos e atrasos, os projetos ganham pouco destaque quando comparados a outras questões que também afetam a qualidade e andamento da obra, como a qualificação e disponibilidade de mão-de-obra, figurando apenas em duas empresas entrevistadas como um dos principais problemas de obra.



Fonte: arquivo pessoal

Gráfico 15 – Razões para alteração projeto



Fonte: arquivo pessoal

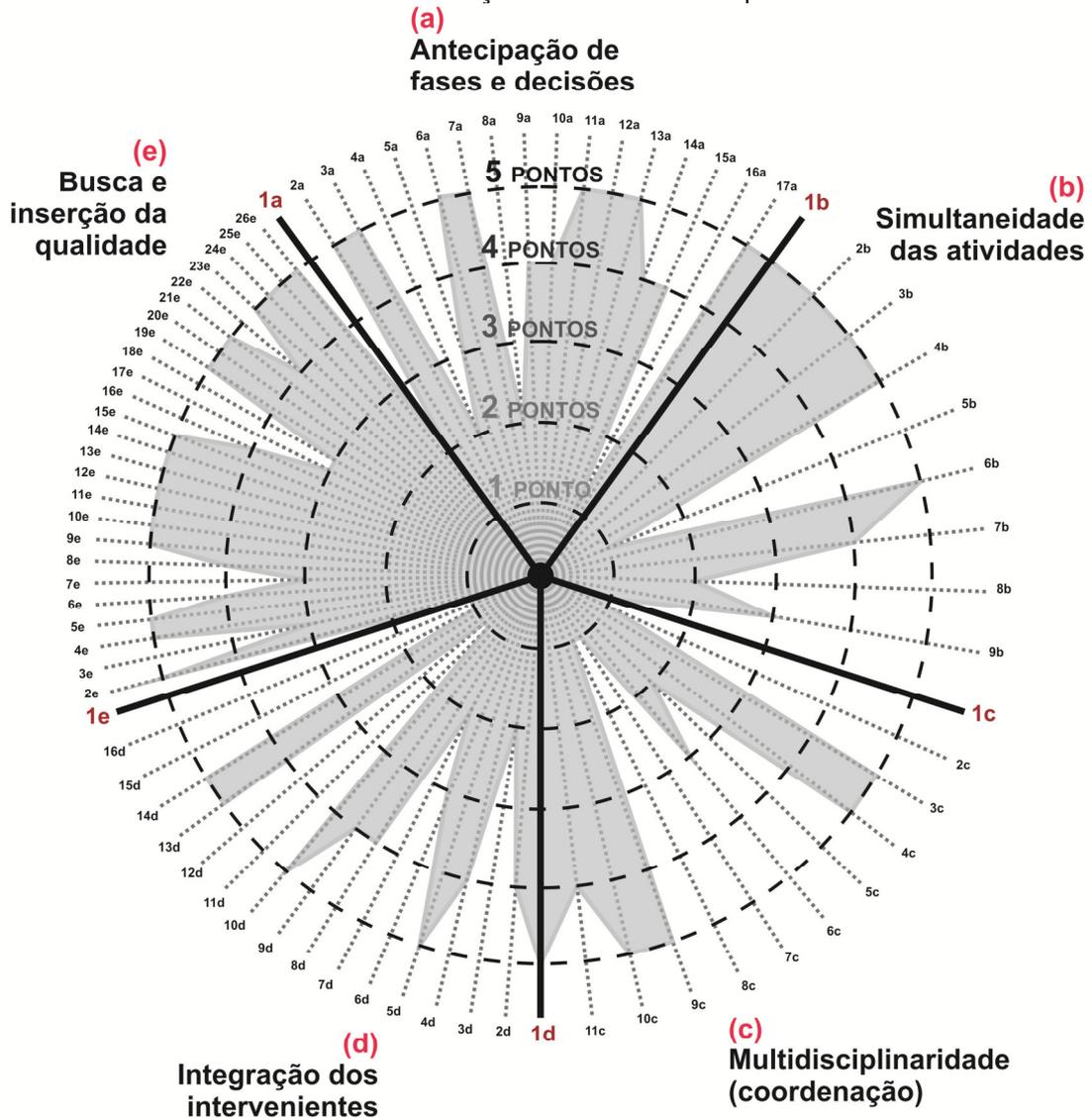
## 5.2 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE

Seguindo a metodologia definida nos itens 4.3.1.2 – Segunda entrevista e 4.4 – Estratégias para análise dos resultados, abaixo encontram-se definidos os níveis de maturidade das empresas da amostra e algumas considerações a respeito dos resultados obtidos, dos elementos e dos itens de melhor e pior desempenho. Para maiores informações a respeito dos itens de cada elemento, ver APÊNDICE B.

### 5.2.1 Empresa A

Na avaliação de maturidade da empresa A, foi possível encontrar um resultado geral de maturidade (Mg) de 73,62% (Gráfico 16), isso representa, de acordo com a escala de maturidade adotada pela presente pesquisa (item 4.4.1), que a construtora encontra-se em um nível gerenciado (B). Assim, são necessárias algumas melhorias para se alcançar o nível otimizado (A) e permitir um ambiente apropriado para o desenvolvimento da ES. Em relação ao nível de maturidade por elementos, os resultados obtidos podem ser vistos na tabela 6.

Gráfico 16 – Avaliação de maturidade empresa A



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 6 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa A

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	66/85	35/45	33/55	52/80	114/130
Nível de maturidade	77,65%	77,77%	60%	65%	87,69%

Fonte: arquivo pessoal

Pelos dados apresentados, percebe-se que o elemento mais desenvolvido na construtora A é a busca e inserção da qualidade, enquanto o menos é a

multidisciplinaridade, seguido da integração dos intervenientes. No elemento multidisciplinaridade os itens com pior desempenho foram (ver gráfico 16):

- 1c – O planejamento geral do empreendimento conta com a participação de todos os intervenientes (Pontuação: 1 – Nunca);
- 2c – Há formação de equipes de desenvolvimento para cada empreendimento com representantes de cada setor (Pontuação: 1 – Nunca);
- 5c – As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os intervenientes envolvidos no empreendimento (Pontuação: 2 – Raramente);
- 7c – O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca); e
- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho (Pontuação: 1 – Sempre).

Já no elemento integração os piores resultados foram os dos itens:

- 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução (Pontuação: 2 – Raramente);
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos (Pontuação: 2 – Geralmente);
- 11d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes internos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 12d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes externos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 15d – Existem sistemas dentro da organização que atualizam os arquivos e informam automaticamente todos os membros das equipes da ocorrência de mudanças durante o processo (Pontuação: 1 – Nunca); e
- 16d – As informações de uma etapa a outra são passadas de uma maneira formal aos intervenientes da próxima etapa (Pontuação: 1 – Nunca).

Essas questões apontam como maior dificuldade da empresa a questão de como a equipe multidisciplinar trabalha e se relaciona, mas mesmo com os baixos

resultados, de uma forma geral a empresa possui seus elementos no mesmo patamar de maturidade, no nível gerencial.

Conforme explicado no capítulo 4, também foi pedido, durante a primeira entrevista, que o respondente classificasse em ordem de importância os elementos da engenharia simultânea (sendo 1 para o elemento mais importante e 5 para o menos), de acordo com o ponto de vista da empresa, em relação àquilo que faz e àquilo que ela acredita ser o ideal. Esse resultado pode ser visto na tabela 7.

Tabela 7 – Classificação empresa A elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	5	4	3	2	1
Ideal	1	5	3	2	4

Fonte: arquivo pessoal

Uma observação importante feita pelo respondente a respeito da classificação acima foi:

“Tudo aqui é importante, podia ser tudo ao mesmo tempo. Não pode repetir o número... Aí o que você deixa por último é porque é menos importante? Não, não é! [...] Tinha que estar tudo no mesmo nível. Você tem que estar com isso tudo muito bem alinhado, para você ter um bom desenvolvimento desde o projeto e, conseqüentemente, vai levar a uma boa obra” (Respondente A).

Ou seja, isso mostra uma percepção por parte da empresa de que esses elementos são importantes e precisam ser trabalhados em conjunto. Além de demonstrar que eles entendem a necessidade de que estes itens possuam o mesmo nível de maturidade para que possam trabalhar harmoniosamente. Entretanto, é interessante observar que aquilo que a empresa faz não é o que ela acredita ser ideal, o que já identifica uma necessidade de melhoria de forma a alinhar essa questão.

Essa dissonância é comprovada ao serem comparados os dados da tabela 6 com os da tabela 7, uma vez que o resultado da análise de maturidade não condiz nem com aquilo identificado pelo entrevistado como sendo feito, nem com o desejado pela empresa. As divergências entre os resultados daquilo que acredita ser feito (Tabela 7) e da avaliação de maturidade (Tabela 6) podem indicar alguma dificuldade na compreensão ou desconhecimento dos elementos da ES por parte do entrevistado, enquanto as diferenças em relação àquilo que a construtora acredita como ideal

comprovam que medidas precisam ser tomadas para que ela se desenvolva e alcance aquilo que almeja.

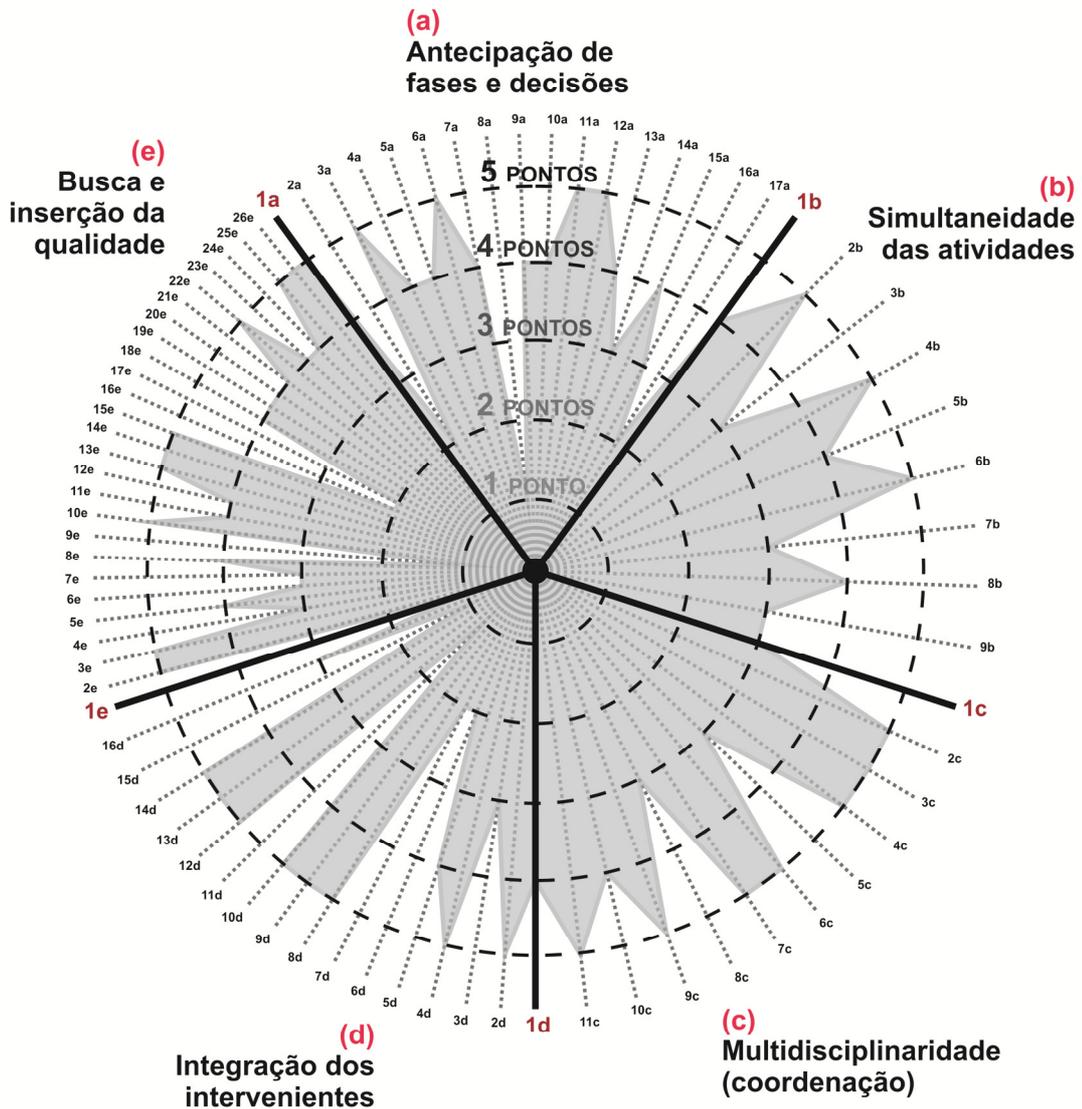
Ainda sobre avaliação de maturidade, os resultados obtidos são esperados e estão de acordo com as informações colhidas no primeiro dia de entrevista, onde se pode observar que o planejamento do setor de projetos dependente de datas definidas pela diretoria, a existência de erros e retrabalhos em obras derivados de problemas de projeto e de análises superficiais, a falta de reuniões sistemáticas com todos os intervenientes e de trocas de informações padronizadas, levariam a problemas relacionados à equipe de trabalho e sua integração, além da organização hierárquica-funcional dificultar o relacionamento e troca de informações entre departamentos.

Convém falar sobre a resposta da seção f do questionário, em que o respondente afirmou saber o que era ES, mas ao definir a abordagem se limitou a falar de engenharia simultânea como simultaneidade na execução e elaboração dos projetos, o que demonstra um pobre conhecimento da abordagem, apesar do resultado geral gerenciado (B) que a empresa obteve. Isso pode sugerir que mesmo sem o profundo conhecimento da prática simultânea, as demandas atuais passam a exigir cada vez mais o uso da abordagem simultânea no ambiente de trabalho.

### **5.2.2 Empresa B**

A empresa B, apresentou um nível geral (Mg) de maturidade de 78,90% (Gráfico 17 e Tabela 8), ou seja, ela encontra-se no nível gerenciado (B), assim sendo há a necessidade de adequações para se criar um ambiente ideal para propagação da engenharia simultânea.

Gráfico 17 – Avaliação de maturidade empresa B



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 8 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa B

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	64/85	36/45	48/55	60/80	100/130
Nível de maturidade	75,29%	80%	87,27%	75%	76,92%

Fonte: arquivo pessoal

O melhor nível de maturidade obtido para a construtora B foi no item multidisciplinaridade, grande parte disso deve-se ao processo de iniciação e de

projeto que conta com a participação de variados intervenientes. Entretanto seu elemento com pior desempenho foi integração dos intervenientes (seção d), onde os itens que apresentaram os menores resultados foram (ver gráfico 17):

- 6d – A biblioteca/banco de dados de soluções projetuais é disponibilizada aos projetistas parceiros (Pontuação: 2 – Raramente);
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos (Pontuação: 2 – Geralmente);
- 11d – As diversas informações e arquivos ficam disponíveis aos intervenientes internos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 1 – Nunca); e
- 15d – Existem sistemas dentro da organização que atualizam os arquivos e informam automaticamente todos os membros das equipes da ocorrência de mudanças durante o processo (Pontuação: 1 – Nunca).

Isso indica a necessidade da empresa em adotar medidas que permitam a melhor organização e compartilhamento das informações entre os diversos participantes do empreendimento. A estrutura levemente hierarquizada pode ser uma barreira à transmissão de informações adequada entre os participantes, pois torna necessário que as informações passem por alguns níveis até chegar ao seu destino.

Os outros elementos com desempenho mais baixo foram antecipação de fases e decisões e busca e inserção da qualidade. No elemento antecipação de fases e decisões o resultado pode ser fruto de alterações tardias que levam a modificações de projetos e retrabalhos nas obras, que foi apontado como um grande problema relacionado a projetos. Quanto ao elemento qualidade, esse resultado está relacionado a questões que, em sua maioria, dizem respeito à falta de acompanhamento e análise da obra pelos envolvidos em seu desenvolvimento.

Esse resultado associado à variação entre a maturidade dos elementos e as divergências de resultados entre a tabela 8 e a tabela 9 demonstram a necessidade de algumas adequações na empresa. A tabela 9 por si só já aponta a necessidade de intervenções ao apresentar diferenças entre aquilo classificado pelo entrevistado como feito pela empresa em relação ao que ela acredita como ideal.

Tabela 9 – Classificação empresa B elementos ES, segundo avaliação do respondente

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Acredita fazer	2	1	4	3	5
Ideal	1	4	3	2	5

Fonte: arquivo pessoal

É interessante, entretanto, relatar que, segundo o entrevistado, a busca e inserção da qualidade é mais uma atividade-fim do que uma atividade-meio. Situação essa que pode justificar o resultado obtido neste elemento na avaliação de maturidade, uma vez que seria resultado de todos os demais. Nas suas palavras:

“Coloquei a busca e inserção da qualidade no fim porque imagino que isso seja também o resultado final, entendeu? Não que isso seja o menos importante, pelo contrário, por isso ser o resultado de tudo isso (dos outros elementos), dessa implementação que foi feita antes” (Respondente B).

Na última pergunta o entrevistado demonstrou desconhecimento sobre a abordagem simultânea, o que não impediu um resultado satisfatório da empresa quanto a sua maturidade. Ao mesmo tempo em que isso demonstra a necessidade do uso cotidiano das práticas simultâneas, esse “desconhecimento” pode ser a chave de uma melhora expressiva da empresa, pois à medida que essa falta de informação for tratada pode ser que melhorias expressivas no desempenho dos elementos ocorram.

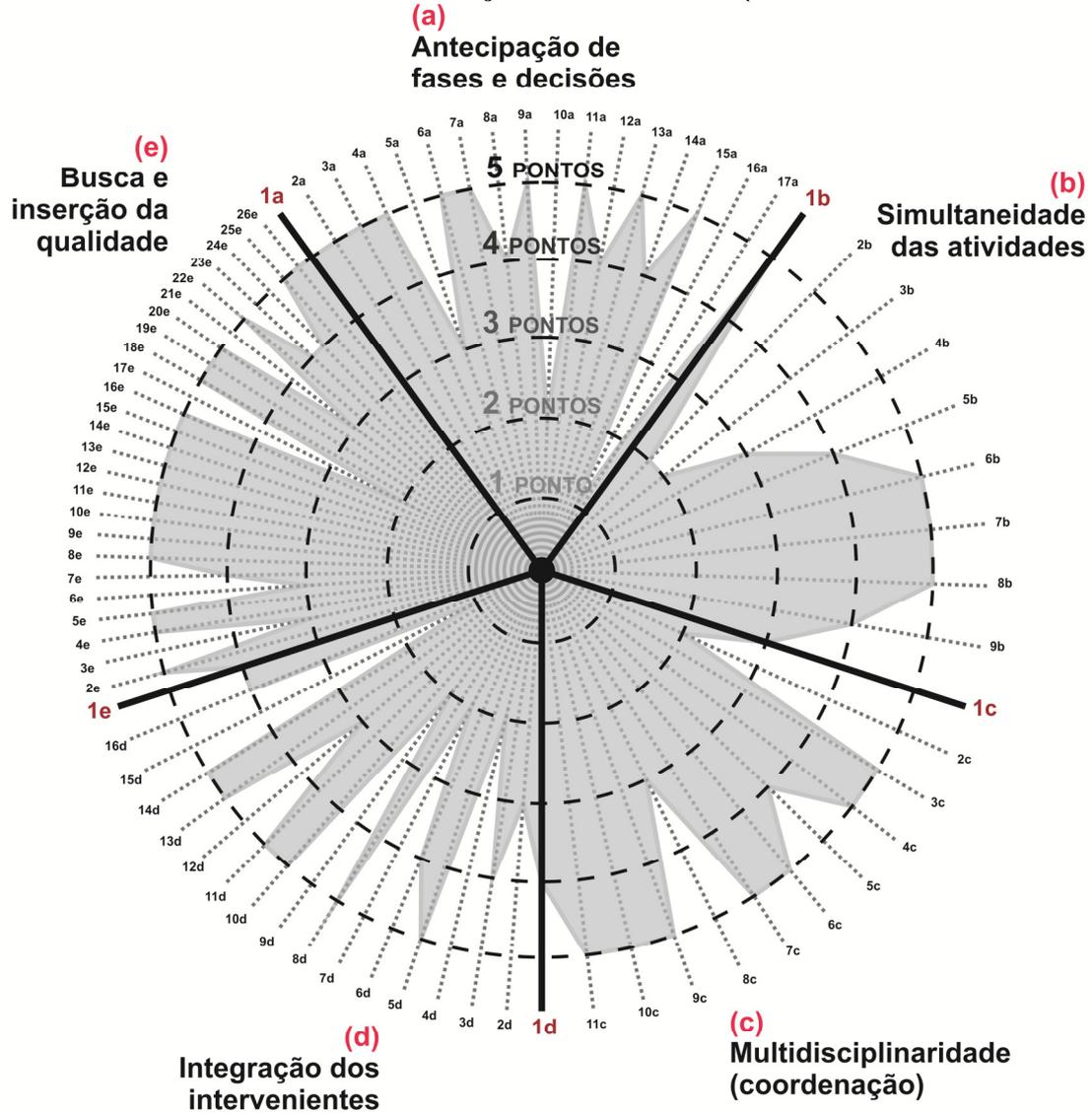
### 5.2.3 Empresa C

O resultado geral de maturidade (Mg) da empresa C foi 81,87% (Gráfico 18 e Tabela 10), que a classifica no nível otimizado (A) dentro da escala adotada (item 4.4.1), apresentando de uma maneira geral um ambiente propício ao desenvolvimento da ES. É interessante ressaltar a elevada pontuação obtida, mesmo que o respondente tenha mostrado o desconhecimento do que é engenharia simultânea, ao responder a seção f.

Analisando a tabela 10 percebe-se que o elemento busca e inserção da qualidade é aquele que apresenta melhor desempenho, o que era esperado uma vez que a questão da certificação ISO e da incorporação dos seus procedimentos foi sempre trazida durante as entrevistas. Como essa certificação diz respeito à qualidade suspeitava-se que esse elemento fosse ser o de melhor pontuação. Além desse, os

elementos antecipação e fase de decisões e multidisciplinaridade encontram-se também no nível otimizado (A).

Gráfico 18 – Avaliação de maturidade empresa C



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 10 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa C

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	70/85	35/45	47/55	59/80	117/130
Nível de maturidade	82,35%	77,78%	85,45%	73,75%	90%

Fonte: arquivo pessoal

Já os elementos simultaneidade das atividades e integração dos intervenientes tiveram um desempenho pior, ficando no nível gerenciado (B), sendo que a integração dos intervenientes foi o que apresentou a avaliação mais baixa. Os itens mais fracos foram (ver gráfico 18):

- 4d – Há uma comunicação livre e direta entre os participantes do empreendimento, que ocorre continuamente ao invés de apenas em pontos-chave do processo (Pontuação: 2 – Raramente);
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos (Pontuação: 2 – Geralmente);
- 9d – Há um sistema padronizado de nomenclatura de arquivos que permite a fácil e rápida identificação das diversas informações geradas (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 15d – Existem sistemas dentro da organização que atualizam os arquivos e informam automaticamente todos os membros das equipes da ocorrência de mudanças durante o processo (Pontuação: 1 – Nunca).

Eles estão em sua maioria relacionados à integração com os intervenientes externos. Considerando o elemento simultaneidade os itens que necessitam de maior atenção são os:

- 2b – Os projetos das distintas especialidades são desenvolvidos simultaneamente (Pontuação: 2 – Raramente);
- 3b – Processo e subprocessos são realizados tão simultaneamente quanto possível (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 4b – Apenas após a elaboração do projeto detalhado de arquitetura é que se tem início a elaboração dos demais projetos (Pontuação: 3 – Às vezes).

Deve-se observar que todos eles demonstram a dificuldade da empresa em realizar atividades em paralelo, em especial, relacionadas a projetos. O desempenho inferior dos elementos simultaneidade e integração podem ser fruto de uma má comunicação com e entre os projetistas, uma vez que interferências entre projeto e de compatibilização foram apontados como um dos principais problemas de obra.

Mesmo com uma avaliação total boa, a partir da tabela 10, nota-se a necessidade de melhorias em alguns elementos para que todos apresentem o mesmo nível de desenvolvimento. A dissonância entre a avaliação de maturidade e a ordenação dos

elementos feita na primeira entrevista (Tabela 11), também mostra que é necessário investir na melhoria da simultaneidade e integração, para que a construtora passe a funcionar da forma que acredita ser ideal.

Tabela 11 – Classificação empresa C elementos ES, segundo avaliação do respondente

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Acredita fazer	4	1	5	2	3
Ideal	4	1	5	2	3

Fonte: arquivo pessoal

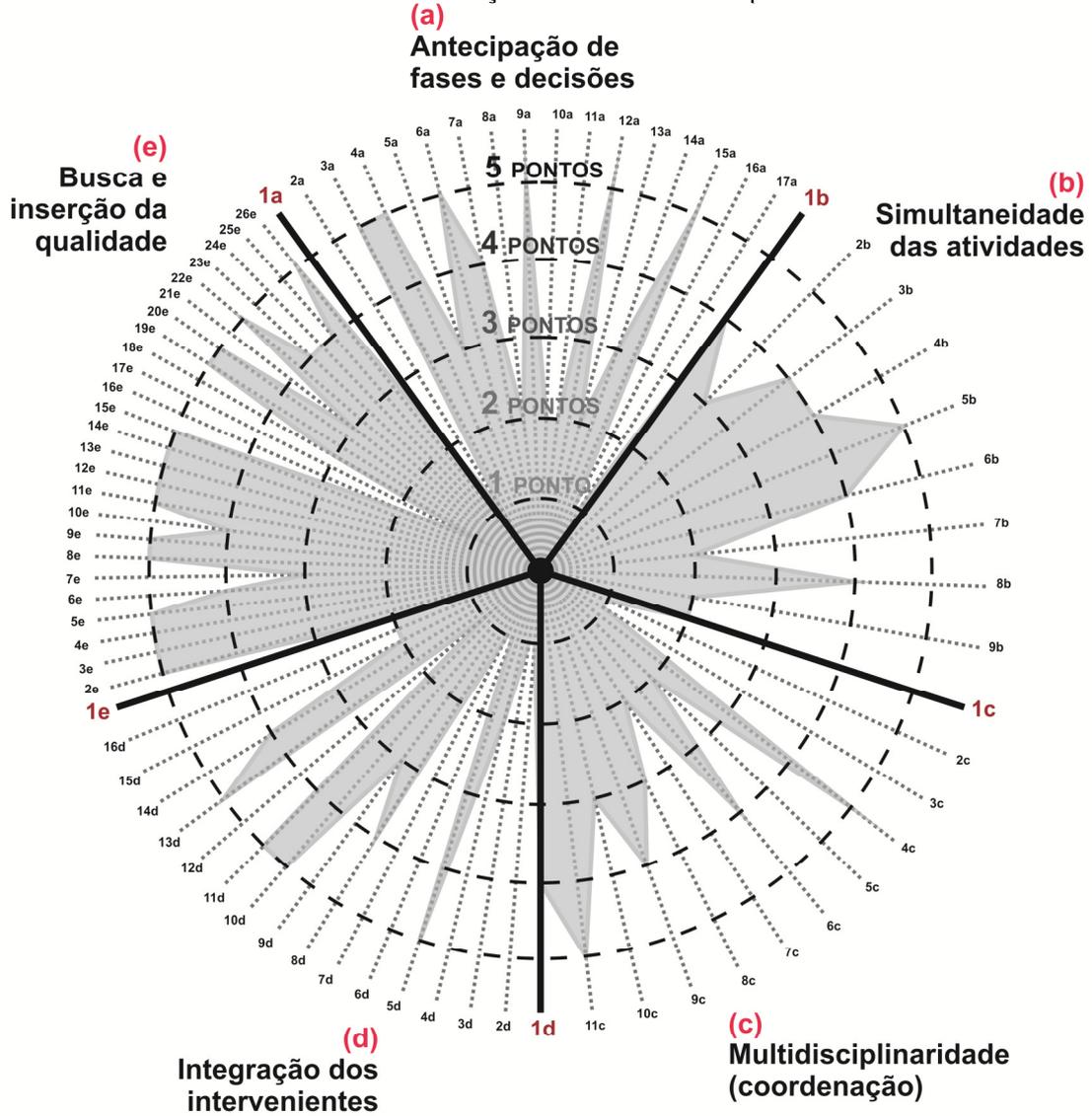
Uma consideração importante a respeito da ordenação dos elementos da ES feita pelo entrevistado é que ela foi considerada por ele como uma questão complicada “Difícil! [...] Olha, tudo faz, até porque é complicado você ter uma certificação e não executar isso. Porque é uma exigência normal do dia-a-dia nosso, a gente leva muito a sério a questão da certificação” (Respondente C). Através desse comentário é possível notar a importância das certificações e como elas mudaram a forma de trabalho e o comportamento das pessoas nas empresas. O respondente acrescenta que hoje certos procedimentos estão tão incorporados à dinâmica de trabalho que não existe preocupação com auditorias externas, pois são naturalmente realizados. A existência da ISO há quatro anos (a época da pesquisa), com uma forte incorporação de suas práticas ao dia-a-dia; a presença de uma estrutura organizacional menos centralizada e hierarquizada, distribuindo mais as tomadas de decisões; a presença de dois fluxogramas de inicialização dos empreendimentos, considerando todos os ramos de atuação da empresa; enfim, tudo isso demonstrava, desde a primeira entrevista, um cuidado institucional em entender e organizar seus negócios e suas práticas, o que foi refletido no resultado da avaliação de maturidade.

#### 5.2.4 Empresa D

O nível de maturidade da empresa D pode ser considerado como gerenciado (B), uma vez que seu resultado geral (Mg) obtido foi de 66,60% (Gráfico 19). Analisando o gráfico 19 e a tabela 12, percebe-se a necessidade de intervenções nos elementos multidisciplinaridade e integração dos intervenientes, o que é facilmente identificável

no gráfico pela grande presença de áreas “brancas”. Também é possível identificar claramente o elemento de melhor desempenho, busca e inserção da qualidade.

Gráfico 19 – Avaliação de maturidade empresa D



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 12 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa D

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	53/85	32/45	32/55	46/80	109/130
Nível de maturidade	62,35%	71,11%	58,18%	57,5%	83,85%

Fonte: arquivo pessoal

Analisando o percentual de maturidade dos elementos (Tabela 12), há a presença de valores bem distintos, indo do 57,5% ao 83,85%, o que, associado ao desalinhamento entre o que a empresa acredita fazer e o que vê como ideal (Tabela 13), indica a necessidade de intervenções para, ao menos, uniformizá-las. O resultado da avaliação também mostra que há certo desconhecimento daquilo que a empresa de fato faz e também uma inconsistência com o caminho que vêm seguindo, pois apesar de considerar que o que mais desenvolve é a simultaneidade e idealizar a antecipação de fases e decisões como principal elemento no desenvolvimento do empreendimento, suas ações têm sido mais no sentido de melhorar a qualidade (Tabela 12).

Tabela 13 – Classificação empresa D elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	4	1	5	3	2
Ideal	1	2	5	3	4

Fonte: arquivo pessoal

Apesar do processo de projeto bem definido, que sugeria um desempenho melhor nas seções multidisciplinaridade e integração dos intervenientes, a integração dos intervenientes e multidisciplinaridade apresentaram os piores valores. Os itens com menor pontuação na multidisciplinaridade (seção c) foram (ver gráfico 19):

- 2c – Há formação de equipes de desenvolvimento para cada empreendimento com representantes de cada setor (Pontuação: 1 – Nunca);
- 3c – Há um coordenador/gerente geral do empreendimento que conecta as distintas áreas envolvidas na elaboração de um novo empreendimento, além de controlar, organizar, dirigir e planejar todo o processo de desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 5c – As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os intervenientes envolvidos no empreendimento, que contribuem com suas experiências nas decisões projetuais (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 7c – O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 2 – Raramente).

Os itens acima estão relacionados basicamente à coordenação e trabalho conjunto da equipe multidisciplinar. Já no elemento integração (seção d) os itens com menor desempenho estão ligados principalmente à criação de uma base de conhecimentos da organização e a comunicação com os intervenientes externos, como pode ser visto abaixo:

- 2d – Todos os intervenientes externos a empresa recebem formalmente informações relativas aos padrões e técnicas construtivas da empresa (Pontuação: 1 – Nunca);
- 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução (Pontuação: 1 – Nunca);
- 4d – Há uma comunicação livre e direta entre os participantes do empreendimento, que ocorre continuamente ao invés de apenas em pontos-chave do processo (Pontuação: 2 – Raramente);
- 6d – A biblioteca/banco de dados de soluções projetuais é disponibilizada aos projetistas parceiros (Pontuação: 1 – Nunca);
- 12d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes externos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 15d – Existem sistemas dentro da organização que atualizam os arquivos e informam automaticamente todos os membros das equipes da ocorrência de mudanças durante o processo (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 16d – As informações de uma etapa a outra são passadas de uma maneira formal aos intervenientes da próxima etapa (Pontuação: 2 – Raramente).

Os resultados podem ser justificados por algumas informações obtidas no primeiro dia de entrevistas, como a de que as equipes/setores estão focadas em realizar seu trabalho, sem participação em outras atividades que não a sua, e falta de entrosamento entre os projetistas, que levam interferências entre os projetos. Quanto à comunicação, constatou-se que durante o processo de desenvolvimento do empreendimento o contato entre os intervenientes acontece de forma pontual, apenas em pontos-chave do processo de decisão e que os parceiros da empresa (projetistas e fornecedores) recebem poucas informações a respeito das técnicas e padrões utilizados pela empresa. Outra razão para os valores baixos nesses elementos é ao fato da empresa não possuir um banco de dados das lições

apreendidas e melhores decisões a ser usado por ela e seus parceiros em empreendimentos futuros. Essas situações ainda são agravadas pela centralização de certas decisões em cima da diretoria.

Ainda que haja necessidade de melhorias e intervenções para que possa desenvolver a ES, os resultados indicam que a empresa possui conhecimento sobre engenharia simultânea. Isso é comprovado pela última pergunta (seção f) em que o entrevistado definiu engenharia simultânea como “envolver todos os intervenientes simultaneamente no desenvolvimento do processo, garantindo que todas as informações sejam de conhecimentos de todos” (Entrevistado D). É interessante fazer uma observação nesse ponto, pois a empresa parece já ter identificado parte dessas falhas e está trabalhando em um novo processo de desenvolvimento de empreendimentos que exigirá maior envolvimento entre os intervenientes, e que foi apresentado durante as entrevistas, mas não foi considerado na análise de maturidade por, a época da entrevista, não ter sido utilizado ainda.

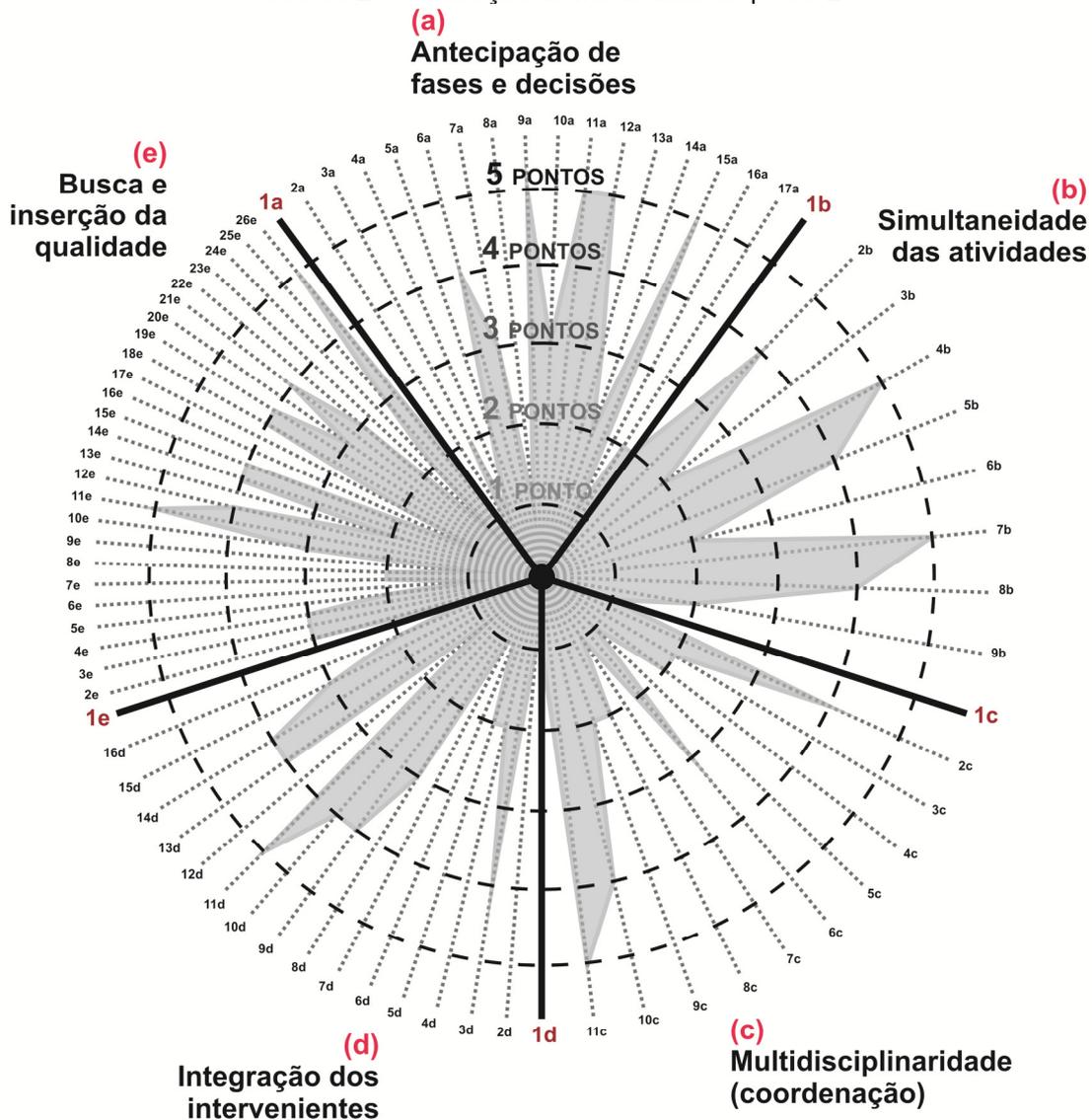
### **5.2.5 Empresa E**

A empresa E obteve um resultado de maturidade (Mg) de 55,55% (Gráfico 20), o que a classifica no nível caracterizado (C), onde o desenvolvimento do empreendimento é caracterizado e conhecido e geralmente com pouca participação dos indivíduos, o que é comprovado quando se observa o elemento menos desenvolvido do processo, que é a multidisciplinaridade, conforme informações da tabela 14. A questão da pouca participação também é evidenciada pelo desempenho do elemento integração dos intervenientes, que foi o segundo menos desenvolvido na avaliação da empresa, o que faz muito sentido, pois são intimamente relacionados.

O resultado da avaliação foi, de uma maneira geral, esperado. A falta de padronização e formalização dos processos e atividades desenvolvidos impactou negativamente no nível de maturidade da empresa. Isso pode estar relacionado à ausência da certificação ISO, já que a série ISO 9000 procura gerenciar a qualidade e, ao fazer isso, define o sequenciamento do processo e o papel dos envolvidos nele, criando um conhecimento uniforme na organização a respeito de como e em quais momentos acontece a integração entre as pessoas. Mesmo sem o registro formal dos processos, o respondente afirmou que eles são conhecidos, o que,

associado ao fato de que a comunicação da equipe é facilitada, pois as revisões dos projetos são desenvolvidas internamente, podem ter contribuído para a obtenção do nível caracterizado (C) na avaliação.

Gráfico 20 – Avaliação de maturidade empresa E



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 14 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa E

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	46/85	30/45	27/55	42/80	72/130
Nível de maturidade	54,12%	66,67%	49,09%	52,5%	55,38%

Fonte: arquivo pessoal

Outra questão que influencia nos resultados é a centralização da empresa em torno da diretoria. O fato da fase de iniciação e de decisões importantes em todas as etapas dependerem exclusivamente da diretoria, reduz as interações, inviabiliza a formação da equipe multidisciplinar e, muitas vezes, reduz a velocidade e qualidade do processo. Ao analisar os itens da seção multidisciplinaridade (seção c) que obtiveram a menor pontuação (ver gráfico 20):

- 1c – O planejamento geral do empreendimento conta com a participação de todos os intervenientes (Pontuação: 1 – Nunca);
- 3c – Há um coordenador/gerente geral do empreendimento que conecta as distintas áreas envolvidas na elaboração de um novo empreendimento, além de controlar, organizar, dirigir e planejar todo o processo de desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 2 – Raramente);
- 4c – Há um coordenador de projetos, responsável por gerenciar as diferentes especialidades de projeto envolvidas no empreendimento (Pontuação: 2 – Raramente);
- 5c – As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os intervenientes envolvidos no empreendimento, que contribuem com suas experiências nas decisões projetuais (Pontuação: 1 – Nunca);
- 7c – O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho (Pontuação: 2 – Geralmente); e
- 9c – O material de marketing passa por uma análise crítica, feita por outras equipes envolvidas no empreendimento e compatibilização com os projetos, antes de ser lançado (Pontuação: 2 – Raramente).

Percebe-se que o problema encontra-se na falta de um coordenador/gerente geral que estimule as trocas entre departamentos, coordene os envolvidos e como as trocas de informações entre eles serão feitas. Os problemas apontados na fase de projeto apenas reforçam o acima exposto, pois projetos desenvolvidos sem uma equipe multidisciplinar precisam sofrer modificações para se adequar às

necessidades dos variados envolvidos no processo, sejam eles diretoria, obra, vendedores, ou mesmo outros projetistas.

Vale destacar que a empresa E apresenta um elemento mais desenvolvido que os demais, a simultaneidade das atividades, o que demonstra um esforço empresarial para agilizar as atividades e a execução dos serviços. E esse esforço é algo consciente da organização, uma vez que na primeira entrevista a simultaneidade foi identificada pela própria construtora como o elemento que mais faz no seu dia-a-dia, conforme apresenta a tabela 15.

Essa tabela também mostra que aquilo que a construtora E acredita fazer e vê como ideal são, em sua maioria, coincidentes, entretanto há a necessidade de investimentos para adequar as práticas atuais (Tabela 14) àquilo que acredita ser a situação ideal para o desenvolvimento da empresa.

Tabela 15 – Classificação empresa E elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	5	1	2	4	3
Ideal	1	5	2	4	3

Fonte: arquivo pessoal

A seção f demonstrou o desconhecimento do entrevistado a respeito do conceito engenharia simultânea, o que junto aos resultados obtidos evidenciam a necessidade de mudanças na empresa. Portanto, a introdução paulatina dos elementos da abordagem simultânea pode, mais do que evoluir os níveis de maturidade obtidos, proporcionar melhorias no desenvolvimento dos processos em relação ao que acontece hoje.

### 5.2.6 Empresa F

Dentre as construtoras pesquisadas a F foi a que apresentou o melhor resultado geral de maturidade (Mg), com 86,58% de maturidade (Gráfico 21). Todos seus elementos, como podem ser vistos na tabela 16, também estão acima dos 80%, o que significa que tanto no geral, quanto por categoria, a empresa F apresenta um nível de maturidade otimizado (A), com grande controle, acompanhamento e comunicação em todo o processo.

Considerando os resultados de uma maneira geral, eles foram condizentes com as informações colhidas na primeira entrevista: a clara definição da fase de iniciação e do processo de projeto, dos envolvidos e sequenciamento em cada uma delas e a pouca centralização das tomadas de decisões, já davam indícios de uma empresa com grande controle e conhecimento dos seus processos, o que foi evidenciado no resultado da sua avaliação. A simultaneidade também já apresentava sinais de que seria um elemento altamente desenvolvido, tanto pelos comentários do respondente durante a entrevista, quanto pela análise documental dos seus processos, que mostrou a existência de várias atividades executadas em paralelo (ver APÊNDICE D).

Gráfico 21 – Avaliação de maturidade empresa F

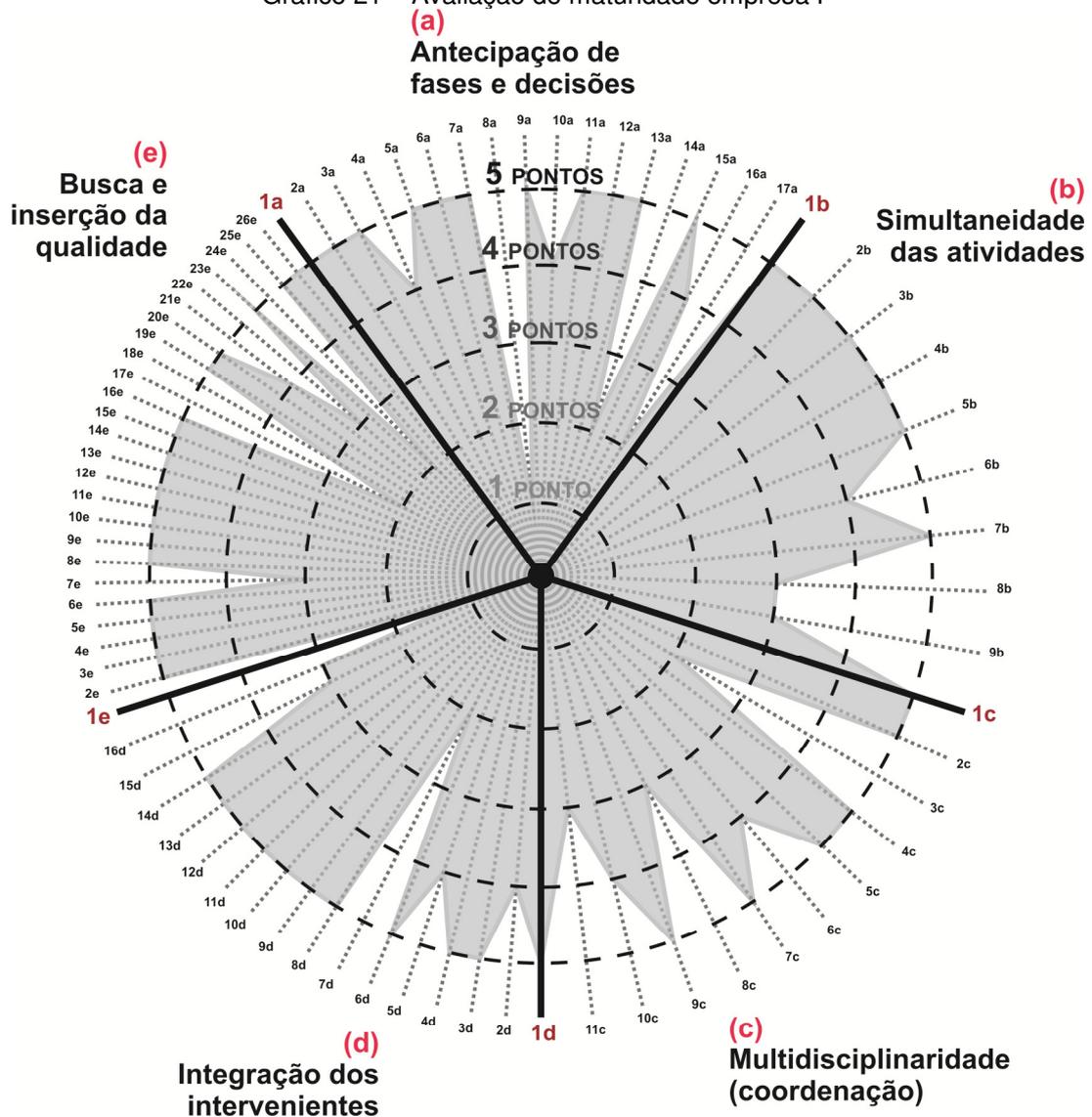


Tabela 16 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa F

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	72/85	40/45	46/55	71/80	113/130
Nível de maturidade	84,71%	88,89%	83,64%	88,75%	86,92%

Fonte: arquivo pessoal

Analisando o elemento com menor desempenho, a multidisciplinaridade (seção c), percebe-se que este resultado está ligado a três itens (ver gráfico 21):

- 3c – Há um coordenador/gerente geral do empreendimento que conecta as distintas áreas envolvidas na elaboração de um novo empreendimento, além de controlar, organizar, dirigir e planejar todo o processo de desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 2 – Raramente);
- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho (Pontuação: 3 – Às vezes); e
- 11c – No caso de personalização de unidades a empresa, ou terceiros contratados por ela se responsabilizam por compatibilizar os projetos propostos com o restante da edificação (Pontuação: 3 – Às vezes).

As questões relacionadas às interferências e compatibilização podem ser fruto das alterações de projetos demandadas pela inclusão ou redimensionamento de área técnica, solicitações da diretoria e busca da melhoria do produto, que foram apontados pelo respondente como as principais causas de alteração nos projetos (APÊNDICE D) e, muitas vezes, geram um grande volume de informações que acaba não sendo devidamente analisado. Outra possibilidade é que a falta de uma figura de coordenação geral, que gerencie melhor os envolvidos e onde/quando devem trabalhar conjuntamente, pode afetar essas questões, mesmo que a integração entre eles ter alcançado um ótimo resultado.

De uma maneira geral a avaliação de maturidade mostra um resultado uniforme entre os elementos (Tabela 16), com uma dissonância com aquilo que a empresa respondeu que faz (Tabela 17), mas que não é tão preocupante uma vez que os resultados de maturidade dos elementos foram muito próximos. Entretanto, quando comparado o resultado daquilo que de fato a empresa faz, apontado na tabela 16,

com aquilo exposto como situação desejada (Tabela 17), uma maior atenção deve ser dada, pois modificações devem ser feitas na empresa para que se alcance essa situação vista por ela como melhor.

Tabela 17 – Classificação empresa F elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	1	2	3	4	5
Ideal	1	2	3	4	5

Fonte: arquivo pessoal

A ordenação igual nos dois campos da tabela 17, referentes ao que a empresa faz e acredita como melhor, mesmo que não tendo sido comprovada pela avaliação de maturidade demonstra uma preocupação da construtora por um alinhamento entre suas práticas e visão. Também cabe atentar que na ordenação o respondente se demonstrou consciente da importância de todos os elementos apresentados e justificou a posição da busca e inserção da qualidade como último não por ser menos importante que os demais, mas sim por ser extremamente interiorizado na cultura da empresa “esse aqui (busca e inserção da qualidade) é tão inerente a tudo que eu acho que pode até ficar por último” (Entrevistado F).

Vale comentar os resultados da seção a, antecipação de fases e decisões, pois ele foi o segundo menor resultado e também por ter sido numerado como principal elemento pela empresa. Seus itens com menor pontuação foram:

- 8a – Os projetos são concluídos antes do início da obra (Pontuação: 1 – Nunca);
- 14a – São usadas ferramentas inovadoras pelos projetistas que permitam prever melhor o comportamento da edificação (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 17a – Há uma sequência de atividades pré-estabelecidas formalizadas na forma de um procedimento, norma, ou fluxograma para a realização de um novo empreendimento (Pontuação: 2 – Raramente).

Esse resultado aponta uma falta de controle da forma como os projetistas trabalham e das atividades que não estejam relacionadas ao processo de projeto/iniciação, que possuem fluxograma definido, demonstrando que uma maior atenção é exigida nas outras áreas da empresa e na contratação dos projetistas.

Por fim, a seção f demonstrou um conhecimento incipiente por parte da empresa sobre engenharia simultânea, que foi caracterizada como

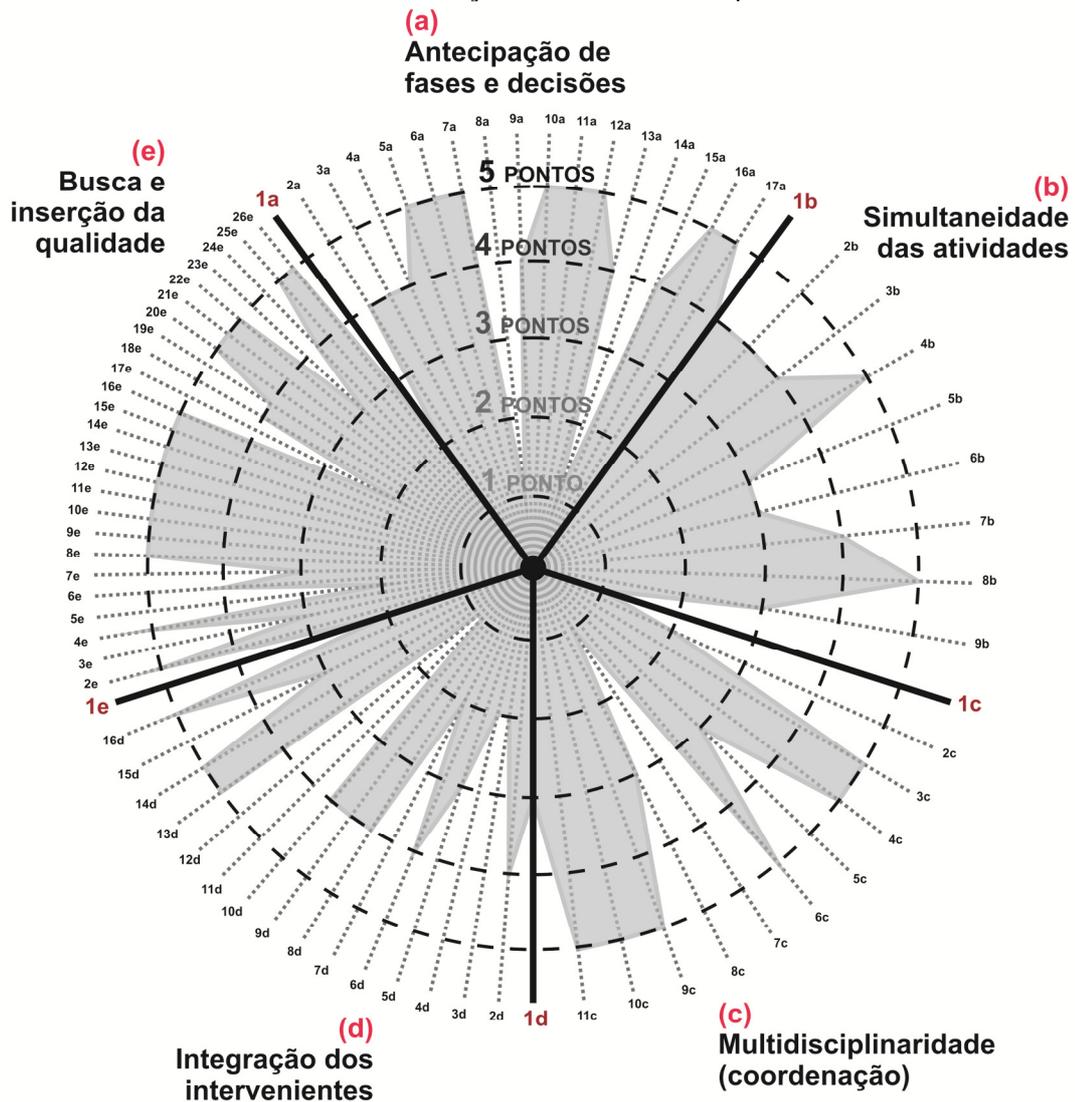
trabalhar, por exemplo, com o desenvolvimento dos projetos, no desenvolvimento tentar agregar todo mundo no mesmo pacote, assim, para conseguir sair dali com uma mesma ideia, com um mesmo padrão na cabeça de todo mundo: projetista, quem vai executar a obra... (Entrevistado F).

Que já indica uma clara visão da integração e da multidisciplinaridade, e até um pouco da questão da antecipação de fases e decisões, mas deixa de abordar outros elementos como a simultaneidade e busca e inserção da qualidade. Ao mesmo tempo, com o resultado alcançado na avaliação, entende-se que a empresa F possui um ambiente ideal para o desenvolvimento da ES, onde a abordagem simultânea já é adotada, mesmo que sem conhecimento. É possível que a própria introdução e conscientização do conceito na empresa possa levar a melhorias, uma vez que os intervenientes passarão a compreender e se atentar para aquelas atitudes e ações relacionadas à ES.

### **5.2.7 Empresa G**

O resultado geral de maturidade (Mg) da empresa G, 76,18%, a coloca no nível gerenciado (B), onde já existe um processo conhecido e caracterizado (Gráfico 22). A exceção do elemento e, busca e inserção da qualidade, que apresenta um maior desenvolvimento que os demais, todos os outros se encontram no mesmo patamar de maturidade, necessitando de melhorias pontuais para permitir o desenvolvimento pleno da ES (Tabela 18). A elevada pontuação no elemento busca e inserção da qualidade, pode ser resultado de um esforço institucional para obtenção e manutenção de suas certificações.

Gráfico 22 – Avaliação de maturidade empresa G



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 18 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa G

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	68/85	35/45	40/55	52/80	111/130
Nível de maturidade	80%	77,78%	72,73%	65%	85,38%

Fonte: arquivo pessoal

É importante uma maior atenção e investimento no elemento integração dos intervenientes (elemento d), pois apesar de estar dentro do mesmo nível de maturidade da maioria dos outros, ele apresenta uma diferença significativa de sua

maturidade quando comparado aos demais e com o resultado geral. Analisando um pouco mais o elemento d, os itens que obtiveram menor pontuação nele foram (ver gráfico 22):

- 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução (Pontuação: 2 – Raramente);
- 4d – Há uma comunicação livre e direta entre os participantes do empreendimento, que ocorre continuamente ao invés de apenas em pontos-chave do processo (Pontuação: 2 – Raramente);
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos (Pontuação: 2 – Geralmente);
- 11d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes internos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 1 – Nunca); e
- 12d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes externos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 1 – Nunca).

Essas questões tratam em sua maioria do relacionamento com os projetistas e do compartilhamento de informações com intervenientes de fora do setor. Os problemas indicados durante a primeira entrevista, como transtornos gerados por trocas de materiais, interferências, entre outros, já apontavam para esse resultado, uma vez que, poderiam ser identificados e sanados em etapas anteriores, se houvesse maior integração e compartilhamento de informações entre os envolvidos. Comparando os resultados da tabela 18 com aqueles da ordenação feita pelo entrevistado no primeiro dia de entrevista (Tabela 19), percebe-se uma discrepância. A empresa mostra dificuldade em reconhecer os elementos que mais trabalha, além de necessitar de ajustes para aquilo que de fato faz (resultado da maturidade, ver tabela 18), passe a ser como ela idealiza. Apesar da antecipação de fases e decisões ter sido indicada pelo respondente como o elemento mais feito pela empresa, seu resultado na avaliação, como segundo elemento mais desenvolvido, foi esperado, pois durante a ordenação dos elementos o entrevistado disse “Antecipação de fases e decisões é fundamental! A gente faz, a gente acredita e precisa. Na verdade, a gente poderia fazer melhor, mas já está fazendo muito”

(Respondente G), mostrando que mesmo sendo realizado, ainda há espaços para melhorias. Nesse sentido, é necessário um pouco mais de esforço neste elemento para melhorar o bom resultado já apresentado, de forma a que ele se torne o mais desenvolvido, seguindo a visão da empresa.

Tabela 19 – Classificação empresa G elementos ES, segundo avaliação do respondente

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Acredita fazer	1	4	2	3	5
Ideal	1	2	5	4	3

Fonte: arquivo pessoal

A empresa apresentou um bom conhecimento de engenharia simultânea na seção f, que pode ser observado a partir da fala do entrevistado G

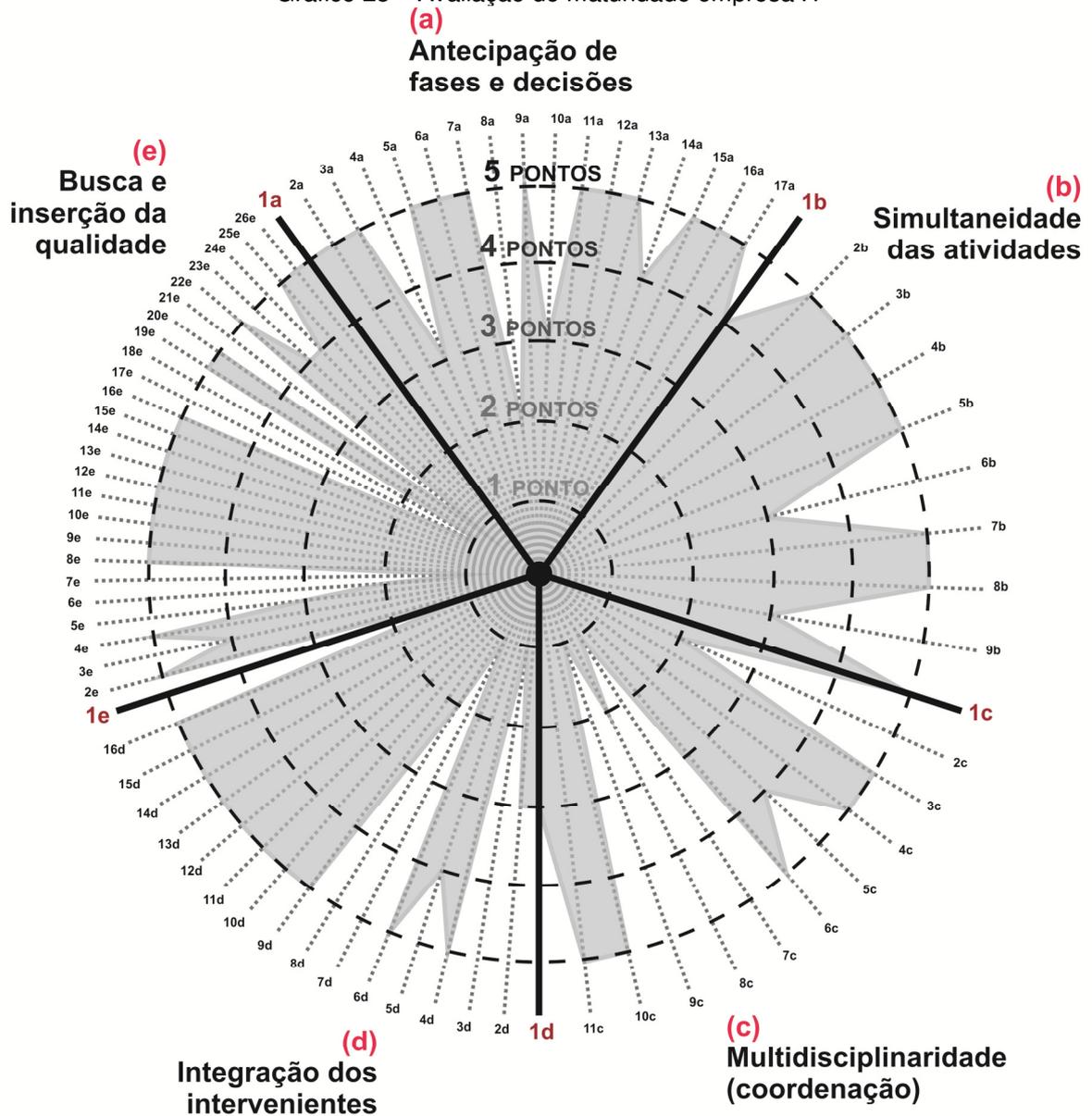
Eu entendo engenharia simultânea como o desenvolvimento simultâneo dos projetos, principalmente em época que se fala de BIM, eu acho que você acaba associando uma coisa a outra. É você conseguir incorporar aquele trabalho todo num projeto em 3D, que aí você compatibiliza todas as interferências, você está trabalhando com todo mundo junto num mesmo projeto [...]. Procurando analisar em um único projeto todas as interferências e soluções, com a participação de todos os envolvidos (Entrevistado G)

A definição dada perpassa por todos os elementos da ES e esse conhecimento aplicado no dia-a-dia, pode ser um dos fatores que contribuiu para a pontuação alcançada pela empresa. Entretanto, a resposta foca muito na questão do BIM, e deve-se compreender que é possível ter maturidade e desenvolver a abordagem simultânea mesmo sem o uso dessa ferramenta, como vem sendo mostrado por esta pesquisa.

### 5.2.8 Empresa H

A empresa H apresentou um nível de maturidade otimizado (A), com  $M_g=82,13\%$ , já possuindo os elementos necessários a um ambiente simultâneo, como controle e avaliação dos processos do empreendimento (Gráfico 23). Entretanto os elementos não apresentaram uma uniformidade nos resultados (Tabela 20), com dois deles, multidisciplinaridade e busca e inserção da qualidade, estando em um patamar abaixo dos demais, necessitando de pequenas intervenções para se situar junto aos demais.

Gráfico 23 – Avaliação de maturidade empresa H



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 20 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa H

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	77/85	40/45	40/55	64/80	102/130
Nível de maturidade	90,59%	88,89%	72,73%	80%	78,46%

Fonte: arquivo pessoal

Os resultados obtidos na avaliação de maturidade (Tabela 20) apresentam um grande alinhamento com a ordenação feita na primeira entrevista (Tabela 21),

indicando um amplo conhecimento da empresa a respeito de suas práticas. A posição superior da antecipação de fases e decisões diante dos demais elementos já era esperada, tanto pela ordenação (tabela 21), quanto pelos comentários tecidos pelo respondente, como pode ser observado no excerto “quando a gente pensa antes a chance que a gente tem é de não ter problema mais tarde” (Entrevistado H). Isso pode indicar que a presença da equipe de projetistas na própria empresa facilita a troca de informações e tomada de decisões antecipadas, ou que a especialização em um tipo de produto em uma mesma área, que é a realidade da empresa H, simplifica o processo e permite que as ações e decisões tomadas para um empreendimento possam ser usadas nos próximos sem grandes problemas ou adaptações.

Tabela 21 – Classificação empresa H elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	1	4	5	2	3
Ideal	1	4	5	2	3

Fonte: arquivo pessoal

A multidisciplinaridade (seção c) aparece como elemento menos desenvolvido da avaliação de maturidade (Tabela 20 e Gráfico 23), merecendo um estudo mais profundo de seus itens com pior desempenho. Esses estão listados em seguida:

- 2c – Há formação de equipes de desenvolvimento para cada empreendimento com representantes de cada setor (Pontuação: 2 – Raramente);
- 7c – O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho (Pontuação: 2 – Geralmente); e
- 9c – O material de marketing passa por uma análise crítica, feita por outras equipes envolvidas no empreendimento e compatibilização com os projetos, antes de ser lançado (Pontuação: 1 – Nunca).

Provavelmente a centralização de decisões e etapas na diretoria, assim como a segregação da área de marketing e vendas do restante da organização, o tamanho

reduzido da empresa que torna difícil a organização de equipes por empreendimento, podem ter contribuído para esse resultado. Analisando o elemento busca e inserção da qualidade (seção e), que também obteve um resultado menor quando comparado aos demais, tem-se os seguintes itens com baixa pontuação:

- 1e – Há tempo suficiente para o desenvolvimento de cada etapa do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 6e – Os novos empreendimentos são definidos com base em informações sólidas (Pontuação: 2 – Raramente);
- 17e – Os projetistas avaliam o resultado final do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca);
- 18e – Há alterações entre o que é proposto no material de marketing e o produto final (Pontuação: 1 – Sempre); e
- 21e – Os clientes internos são considerados durante todo o desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca).

Estudando um pouco mais as questões acima elencadas, percebe-se que algumas delas estão relacionadas a itens com baixa pontuação do elemento multidisciplinaridade, como a segregação da área comercial e de algumas atividades/decisões na diretoria. Estes, atuando conjuntamente com outros fatores, como o tempo insuficiente para a execução do empreendimento e a participação dos projetistas na validação do empreendimento, contribuíram para o resultado alcançado na seção e.

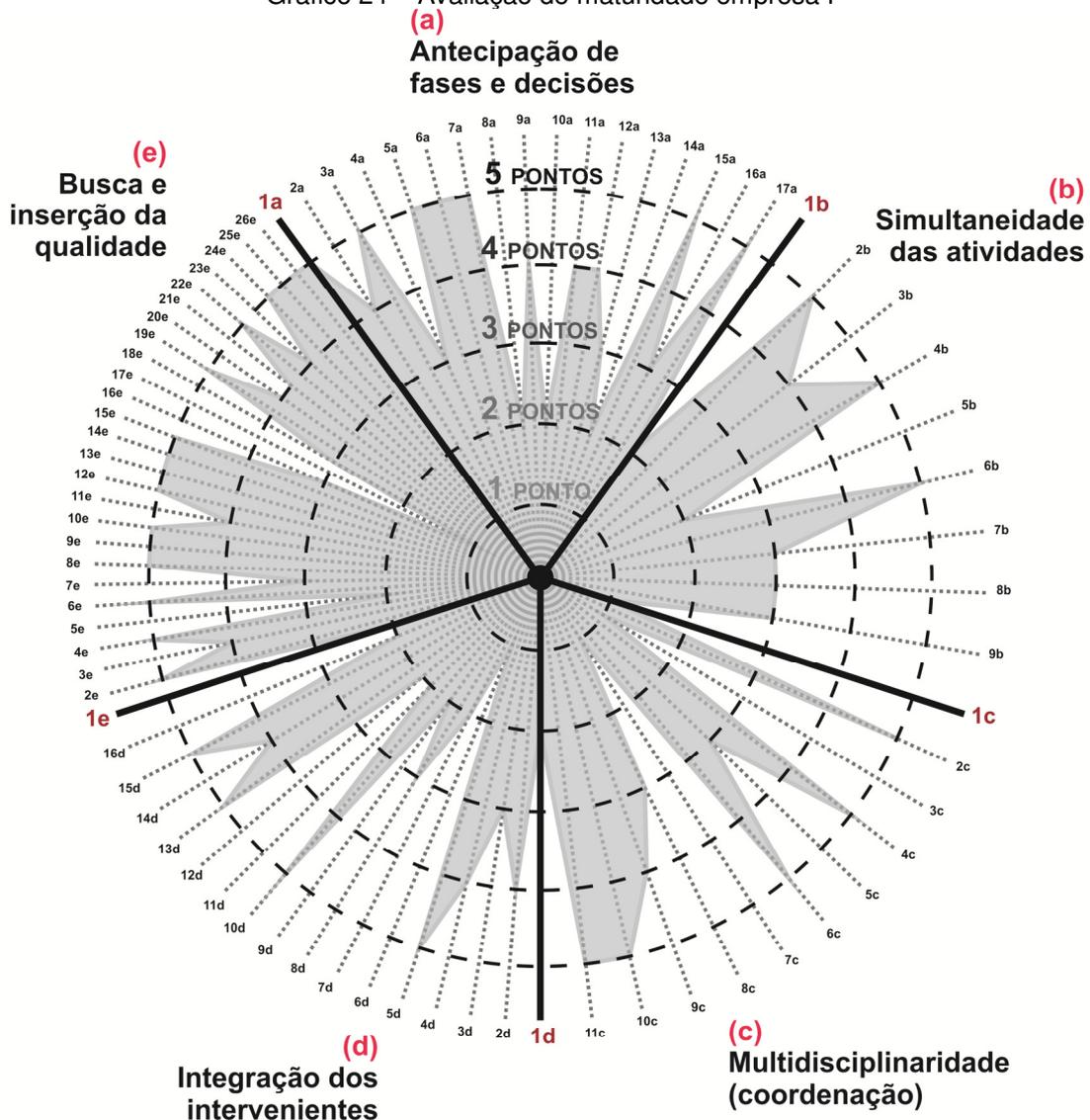
A seção f apresentou insegurança por parte do entrevistado e um conceito parcial de engenharia simultânea, “essa questão de fazer realmente os projetos tudo junto, essa simultaneidade de projetos?” (Entrevistado H), expressado pelo tom e formato de dúvida em que a resposta foi dada. Nota-se que a definição se limita a falar da simultaneidade das atividades, que é um elemento essencial, mas não o único do processo. Comprando a resposta da seção f com o resultado da avaliação de maturidade, percebe-se que o desconhecimento da engenharia simultânea não impede que a abordagem seja usada na prática.

### **5.2.9 Empresa I**

Se inserindo no nível de maturidade gerenciado (B), com Mg=73,09% (Gráfico 24), a construtora I apresentou como seus elementos extremos a busca e inserção da

qualidade e integração dos intervenientes. O primeiro foi o mais desenvolvido, com 83,85% de maturidade, já o segundo foi o menos desenvolvido, com 63,75% (Tabela 22).

Gráfico 24 – Avaliação de maturidade empresa I



Fonte: arquivo pessoal

Tabela 22 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa I

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	66/85	32/45	38/55	51/80	109/130
Nível de maturidade	77,65%	71,11%	69,10%	63,75%	83,85%

Fonte: arquivo pessoal

A documentação da qualidade, extremamente desenvolvida e organizada da empresa I, dava indícios sobre o desenvolvimento do elemento busca e inserção da qualidade, mas os comentários nas entrevistas, de que ainda havia muito a se desenvolver nessa área levaram a crer que esse elemento não seria aquele com melhor desempenho.

O elemento integração dos intervenientes (seção d), com maturidade de 63.75%, encontra-se no mesmo patamar dos demais, possuindo um bom nível de maturidade, mas que pode ser melhorado, contribuindo para um maior nivelamento entre os elementos e para o desenvolvimento da empresa. Dessa forma é importante observar seus itens de menor desempenho, que foram (ver gráfico 24):

- 1d – O empreendimento possui diretrizes, proposta e estratégia claras, ou seja, são conhecidas e não suscitam dúvidas ao serem apresentadas à equipe (Pontuação: 2 – Raramente);
- 6d – A biblioteca/banco de dados de soluções projetuais é disponibilizada aos projetistas parceiros (Pontuação: 1 – Nunca);
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos (Pontuação: 2 – Geralmente);
- 9d – Há um sistema padronizado de nomenclatura de arquivos que permite a fácil e rápida identificação das diversas informações geradas (Pontuação: 2 – Raramente);
- 11d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes internos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 2 – Raramente);
- 12d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes externos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 16d – As informações de uma etapa a outra são passadas de uma maneira formal aos intervenientes da próxima etapa (Pontuação: 2 – Raramente).

Essas questões, em sua maioria, estão relacionadas à troca de informações entre os envolvidos, onde nem todas as informações são acessíveis aos participantes e, em especial, aos projetistas, o que pode ser a causa dos problemas ocorridos em obras devido aos projetos e das modificações de projetos relatadas na primeira entrevista

(ver item 5.1.4 e APÊNDICE D). É interessante observar que a baixa integração entre os intervenientes também pode ser a responsável por parte dos problemas de obra que ocorrem na empresa, uma vez que a falta de acompanhamento e a não utilização dos projetos na execução dos serviços de obra, são resultado da baixa integração obra-projetos.

Após o elemento integração dos intervenientes, aquele com menor desempenho foi a multidisciplinaridade (seção c), o que é bastante lógico, pois está intimamente relacionada com a questão da integração. Os itens de pontuação mais baixa foram:

- 1c – O planejamento geral do empreendimento conta com a participação de todos os intervenientes (Pontuação: 1 – Nunca);
- 3c – Há um coordenador/gerente geral do empreendimento que conecta as distintas áreas envolvidas na elaboração de um novo empreendimento, além de controlar, organizar, dirigir e planejar todo o processo de desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca); e
- 7c – O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento (Pontuação: 1 – Nunca).

Os itens acima evidenciam a falta de uma equipe multidisciplinar ativa e realmente integrada durante o empreendimento. Tanto o resultado da seção c, quanto da d, podem ter sido influenciados pela centralização das decisões nas diretorias, que acabam restringindo a autonomia das equipes multidisciplinares.

O resultado alcançado na análise de maturidade (Tabela 22) foi bem distinto daquele da ordenação realizada pelos respondentes, apresentado na tabela 23. O único resultado coincidente entre ordenação e avaliação, foi no elemento que reconhecem fazer menos: a integração dos intervenientes. O que mostra certo conhecimento da construtora a respeito do que precisam melhorar e também que intervenções são necessárias para alinhar sua prática à sua visão.

Tabela 23 – Classificação empresa I elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	4	1	2	5	3
Ideal	1	4	3	2	5

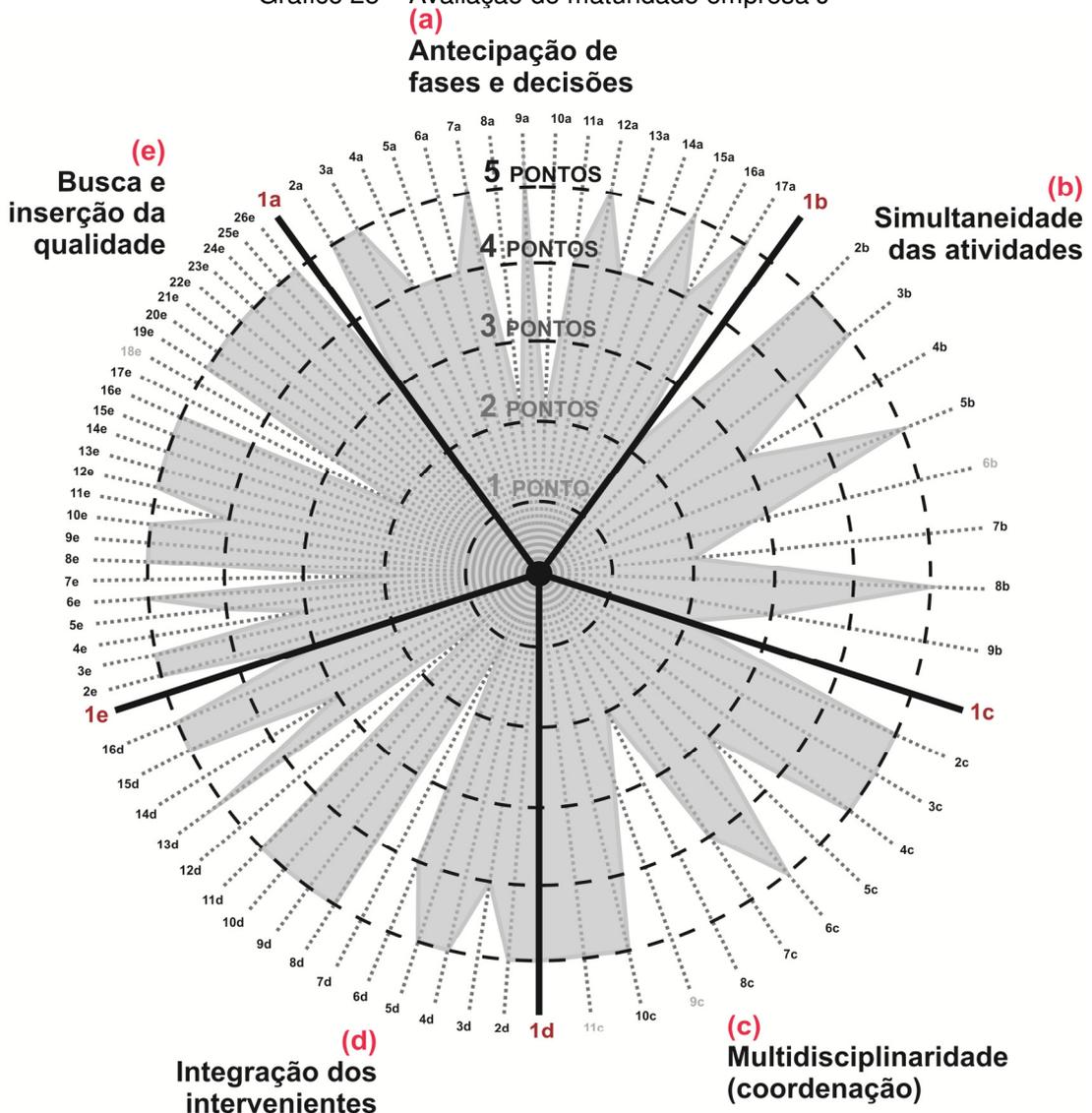
Fonte: arquivo pessoal

Pode-se concluir dizendo que a empresa I já se utiliza de alguns elementos da ES. Contudo, para que a abordagem simultânea se desenvolva e possa ser propriamente implementada, alguns ajustes devem ser feitos *a priori*, como a própria introdução desta abordagem (conceitos, objetivos, etc) na empresa. Isso porque na seção f, dos três respondentes apenas um disse saber o que era a ES, que a definiu como sendo o desenvolvimento dos projetos em cima de uma mesma base desde o início, de forma simultânea, em 3D, procurando ver interferências e definir sistemas (água, estrutura, ...), que é uma visão sobre ES bem desenvolvida, passando por quase todos os elementos, apesar de limitada aos projetos, e que precisa ser difundida aos demais envolvidos no processo de desenvolvimento dos empreendimentos.

#### **5.2.10 Empresa J**

Conforme dito no item 4.3.1.2 - Segunda Entrevista, alguns itens da avaliação de maturidade foram adaptados e outros retirados de modo a se adequar a realidade da empresa J. Considerando esses ajustes a empresa J obteve um nível de maturidade (Mg) de 82,55%, o que a coloca no nível otimizado (A), onde já há um alto controle do processo de desenvolvimento do empreendimento (Gráfico 25 e Tabela 24).

Gráfico 25 – Avaliação de maturidade empresa J



Fonte: arquivo pessoal

\*Perguntas desconsideradas na entrevista da empresa J estão representadas no gráfico com a coloração cinza claro

Tabela 24 – Resultados percentuais da análise de maturidade empresa J

	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
Pontos obtidos (pe)/ Pontuação máxima (tp)	70/85	30/40	36/45	68/80	113/125
Nível de maturidade	82,35%	75%	80%	85%	90,40%

Fonte: arquivo pessoal

Comprando os resultados alcançados na avaliação (Tabela 24), com a ordenação proposta na primeira entrevista (Tabela 25), constata-se a necessidades de

intervenções para ajustar a empresa com aquilo que enxerga como ideal. Na avaliação, o elemento mais desenvolvido é a busca e inserção da qualidade, que aparece na ordenação do respondente como último classificado (Tabela 25). Entretanto é importante observar que o entrevistado sempre coloca que a qualidade é extremamente incorporada no dia-a-dia da empresa, chegando a afirmar que “A qualidade é intrínseca no seu trabalho” (entrevistado J) e que

A busca da qualidade, isso já não é nem mais foco, porque isso já está na veia, então vai acabar ficando para o final [...] Você entendeu? Eu não estou dando foco na qualidade porque a gente não se preocupa com isso. Isso é inerente, tipo assim, a gente já passou dessa fase. Isso aqui tem que ter, não tem como não ter [...] Não é que não é importante (Entrevistado J).

Esses relatos justificam o bom resultado obtido pela busca e inserção da qualidade na avaliação de maturidade e a motivação que levou o respondente a locá-lo como último na ordenação feita na primeira entrevista (Tabela 25).

Tabela 25 – Classificação empresa J elementos ES, segundo avaliação do respondente

	<b>Antecipação de fases e decisões (a)</b>	<b>Simultaneidade das atividades (b)</b>	<b>Multidisciplinaridade (c)</b>	<b>Integração dos intervenientes (d)</b>	<b>Busca e inserção da qualidade (e)</b>
Acredita fazer	3	4	2	1	5
Ideal	1	4	3	2	5

Fonte: arquivo pessoal

Os elementos com os resultados mais baixos na avaliação de maturidade foram simultaneidade das atividades e multidisciplinaridade, com resultados de 75% e 80% respectivamente (Tabela 24), necessitando de um pouco mais de atenção para alcançar o nível dos demais. Considerando a multidisciplinaridade (seção c) os itens que necessitam de melhorias são três (ver gráfico 25):

- 1c – O planejamento geral do empreendimento conta com a participação de todos os intervenientes (Pontuação: 2 – Raramente);
- 5c – As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os intervenientes envolvidos no empreendimento, que contribuem com suas experiências nas decisões projetuais (Pontuação: 3 – Às vezes); e
- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho (Pontuação: 2 – Geralmente).

O baixo desempenho da multidisciplinaridade acontece, pois é essencial a participação de todos os envolvidos nos diversos processos do empreendimento, o que nem sempre ocorre. Com relação à simultaneidade (seção b), deve-se ter um cuidado especial, pois seu resultado foi o menor e apresentou uma variação considerável em relação aos demais elementos. Nela os itens com menor desempenho foram:

- 1b – Toda equipe do empreendimento analisa os projetos (Pontuação: 2 – Raramente);
- 4b – Apenas após a elaboração do projeto detalhado de arquitetura é que se tem início a elaboração dos demais projetos (Pontuação: 3 – Às vezes);
- 7b – A cada etapa da obra o gerente da obra retroalimenta e registra as alterações de projeto e de planejamento (Pontuação: 2 – Raramente); e
- 9b – Os projetistas, após a entrega dos projetos, acompanham o desenvolvimento da obra (Pontuação: 3 – Às vezes).

Para o elemento simultaneidade, o principal é fazer com que todos os envolvidos analisem os projetos, o que também se relaciona a um dos itens de baixo desempenho do elemento multidisciplinaridade. Há também a necessidade do projeto arquitetônico se desenvolver em conjunto com os demais e que a interface obra-projetos sempre ocorra de maneira adequada. O resultado inferior desses elementos também pode ser fruto de problemas com a empresa contratante (cliente), que muitas vezes segura ou altera informações, exigindo retrabalho ou espera para que um participante inicie seu trabalho, prejudicando a formação da equipe multidisciplinar e o desenvolvimento em simultâneo das atividades.

Quanto à seção f, mesmo o respondente afirmando conhecer a ES, ele mostrou insegurança e dúvidas sobre a abordagem, que foi definida basicamente como simultaneidade entre as diversas interfaces, um conceito pequeno da abordagem simultânea. Ainda assim, o resultado da empresa J é excelente e indica uma situação ideal para desenvolvimento da ES, em que grande parte de seus elementos já são adotados, mesmo sem a construtora possuir muitos conhecimentos sobre essa abordagem.

# **6 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo cruza os dados obtidos nas empresas, criando perfis a partir dos quais é possível:

- Descobrir como se encontra o nível geral das construtoras da amostra pesquisada em relação à abordagem simultânea;
- Criação de grupos embasados nas características comuns identificadas a partir dos quais novas comparações são traçadas;
- Identificar padrões e problemas relativos ao desenvolvimento da ES, através dos grupos criados; e
- Diretrizes e recomendações são feitas com base nos resultados e análises realizadas, procurando formas de melhorar o nível atual de aplicação da engenharia simultânea nas empresas.

### 6.1 ANÁLISE CRUZADA DOS RESULTADOS

Em um primeiro momento é interessante comparar a visão que as empresas apresentaram sobre os diversos elementos da ES e que pode ser obtida a partir da ordenação proposta pelo entrevistado durante a primeira entrevista de cada construtora.

Essa ordenação é importante principalmente no que tange o que elas acreditam como melhor (Tabela 26), pois indicam claramente a forma como as empresas querem se comportar e ser vistas. Assim, examinando a tabela 26, percebe-se uma inclinação das construtoras em considerar a antecipação de fases e decisões como principal elemento e, conseqüentemente, condição a ser buscada no processo de desenvolvimento de um empreendimento. Isso sugere uma preocupação por parte dos respondentes com as alterações de projeto e problemas gerados em obra decorrentes dessa questão, que aparecem identificados no item 5.1.4 – Caracterização do processo de projeto.

Tabela 26 – Classificação dos elementos da ES segundo o que as empresas acreditam como melhor (continua)

Empresa	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
A	1	5	3	2	4
B	1	4	3	2	5
C	4	1	5	2	3

Tabela 26 – Classificação dos elementos da ES segundo o que as empresas acreditam como melhor (conclusão)

Empresa	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)
D	1	2	5	3	4
E	1	5	2	4	3
F	1	2	3	4	5
G	1	2	5	4	3
H	1	4	5	2	3
I	1	4	3	2	5
J	1	4	3	2	5

Fonte: arquivo pessoal

Apesar da situação desejada apresentada na tabela 26, na tabela 27 encontra-se o resultado da avaliação de maturidade para cada uma das construtoras da amostra. Na tabela 27 têm-se os percentuais obtidos em cada elemento e, abaixo, o seu desempenho em comparação aos demais, sendo aquele numerado primeiro o de melhor desempenho e assim sucessivamente. Observa-se que a desejada antecipação de fases e decisões, em geral, é o terceiro elemento mais desenvolvido nas empresas, evidenciando que intervenções são necessárias nas construtoras para que adequem sua realidade à sua visão.

Tabela 27 – Resultado avaliação de maturidade das empresas (continua)

Empresa	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)	Maturidade Geral (Mg)	Nível
A	77,65% (3º)	77,77% (2º)	60% (5º)	65% (4º)	87,69% (1º)	73,62%	gerenciado (B)
B	75,29% (4º)	80% (2º)	87,27% (1º)	75% (5º)	76,92% (3º)	78,90%	gerenciado (B)
C	82,35% (3º)	77,78% (4º)	85,45% (2º)	73,75% (5º)	90% (1º)	81,87%	otimizado (A)
D	62,35% (3º)	71,11% (2º)	58,18% (4º)	57,5% (5º)	83,85% (1º)	66,60%	gerenciado (B)
E	54,12% (3º)	66,67% (1º)	49,09% (5º)	52,5% (4º)	55,38% (2º)	55,55%	caracteriz.
F	84,71% (4º)	88,89% (1º)	83,64% (5º)	88,75% (2º)	86,92% (3º)	86,58%	otimizado (A)
G	80% (2º)	77,78% (3º)	72,73% (4º)	65% (5º)	85,38% (1º)	76,18%	gerenciado (B)
H	90,59% (1º)	82,13% (2º)	72,73% (5º)	80% (3º)	78,46% (4º)	82,13%	otimizado (A)

Fonte: arquivo pessoal

Tabela 27 – Resultado avaliação de maturidade das empresas (conclusão)

Empresa	Antecipação de fases e decisões (a)	Simultaneidade das atividades (b)	Multidisciplinaridade (c)	Integração dos intervenientes (d)	Busca e inserção da qualidade (e)	Maturidade Geral (Mg)	Nível
I	77,65% (2º)	71,11% (3º)	69,10% (4º)	63,75% (5º)	83,85% (1º)	73,09%	gerenciado (B)
J	82,35% (3º)	75% (5º)	80% (4º)	85% (2º)	90,40% (1º)	82,55%	otimizado (A)

Fonte: arquivo pessoal

Analisando os melhores/piiores resultados da avaliação de maturidade (Tabela 27), a busca e inserção da qualidade é o elemento mais desenvolvido, enquanto o menos desenvolvido é a integração dos intervenientes na maioria das empresas, ambos com seis construtoras (60%). O elemento multidisciplinaridade aparece como o segundo menos desenvolvido, pois quatro empresas apresentaram-no como o menos desenvolvido enquanto em outras três é o penúltimo elemento em termos de desenvolvimento, o que é um resultado esperado por ser intimamente relacionado ao elemento integração. Mesmo com uma boa maturidade, a caracterização desses elementos como os mais problemáticos condiz com a literatura estudada, que afirma serem as questões de comunicação e integração entre os intervenientes os fatores críticos no desenvolvimento de um empreendimento (BRASILIANO, 2000; BRUEL, 2003; ROMANO, 2006; MEDEIROS, 2012).

Trabalhando um pouco mais as informações da tabela 27, é possível ver que as empresas apresentaram um bom nível de maturidade, onde metade delas possui um nível (Mg) gerenciado (B), precisando de algumas intervenções para alcançar o nível otimizado (A). Apenas uma está no nível (Mg) caracterizado (C), necessitando de maiores esforços para subir de níveis. E quatro empresas, ou seja, 40% da amostra, têm seu nível de maturidade (Mg) classificado como otimizado (A), em que necessitam manter seus bons resultados através do ciclo de melhoria contínua. Contudo, entre aquelas no nível otimizado (A), apenas na F todos os elementos estão no mesmo patamar, o que significa que as demais requerem melhorias de forma a nivelar o desenvolvimento de seus elementos.

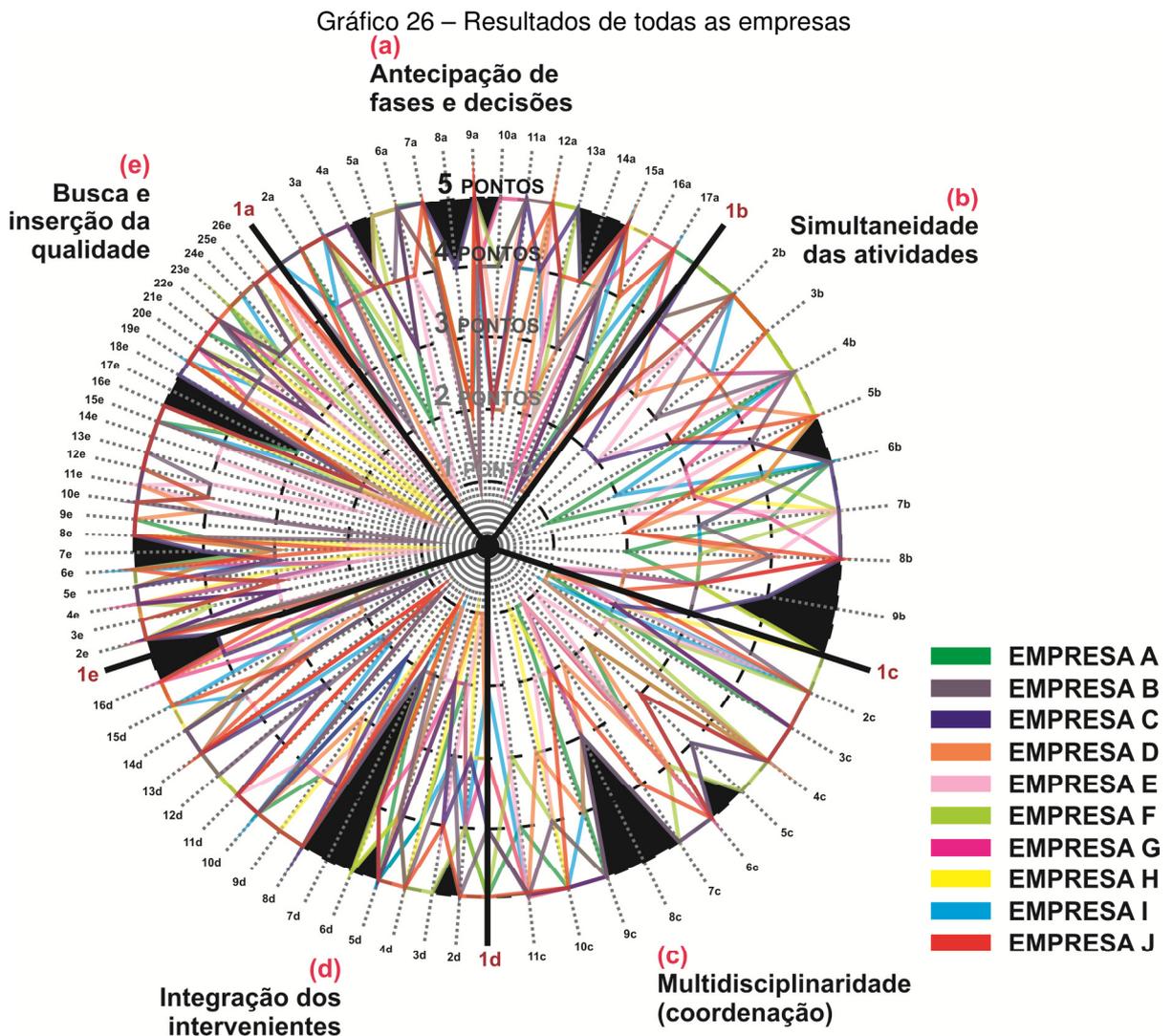
Esse é um resultado curioso considerando que a maioria das empresas não conhece de fato as características da abordagem simultânea, pois, apesar de 70% dos entrevistados afirmar conhecer a engenharia simultânea (seção f), nenhum a caracterizou de forma ampla, indicando todos os seus aspectos e características, além de que praticamente todos demonstraram dúvida e insegurança nas respostas.

Isso insinua que, mesmo sem conhecimento da abordagem, o mundo globalizado e dinâmico atual exige às empresas que elas utilizem práticas da engenharia simultânea em seu dia-a-dia.

Assim, com base nas informações geradas pelas comparações já realizadas no item 5.1 – Caracterização das empresas, os resultados das análises de maturidade serão cruzados e as possíveis semelhanças e diferenças serão discutidas, procurando entender um pouco mais sobre esses resultados alcançados.

### 6.1.1 Entre empresas

Traçando um gráfico comparativo entre empresas (Gráfico 26) notam-se alguns itens em comum, nos quais nenhuma empresa conseguiu atingir a pontuação máxima, demonstrando dificuldades comuns entre as empresas do setor que devem ser investigadas mais a fundo.



Fonte: arquivo pessoal

O que se percebe é que nos itens:

- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho,
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos; e
- 17e – Os projetistas avaliam o resultado final do empreendimento (da obra).

Nenhuma empresa conseguiu um resultado nesses itens acima de três, ou seja, são pontos bastante problemáticos, relacionados a interferências entre projetos e acompanhamento do desenvolvimento do empreendimento pelos projetistas, o que sugere a necessidade de melhoria do relacionamento entre esses intervenientes e a construtora, de forma a evitar essas situações.

Outras questões que precisam ser analisadas são as:

- 8a – Os projetos são concluídos antes do início da obra;
- 14a – São usadas ferramentas inovadoras pelos projetistas que permitam prever melhor o comportamento da edificação;
- 9b – Os projetistas, após a entrega dos projetos, acompanham o desenvolvimento da obra;
- 1e – Há tempo suficiente para o desenvolvimento de cada etapa do empreendimento; e
- 7e – As modificações realizadas em projeto, em geral, implicam em custos adicionais ao empreendimento.

Pois nesses itens não houve construtora que atingiu a pontuação máxima. Eles se referem ao tempo disponível para as etapas do empreendimento ou, novamente, ao acompanhamento e forma de trabalho dos projetistas. A insuficiência do tempo seja para o empreendimento como um todo ou para a etapa de projeto também aparece como ponto problemático em outras pesquisas como a de Codinhoto e Formoso (2002), Bruel (2003), Othman *et al.* (2004) e Medeiros (2012) evidenciado a necessidade de atenção a esta questão. E pode estar relacionada a problemas na comunicação e integração, porque “a falta planejamento das comunicações pode ocasionar perda de agilidade, extravio ou falta de informações relevantes, desperdício de tempo à procura de informação” (MEDEIROS, 2012, p.93).

Deve-se ainda examinar as questões:

- 10a – É feita análise de risco ainda na fase de iniciação de um empreendimento, ou seja, as atividades críticas são identificadas e têm seus parâmetros definidos no início do empreendimento; e
- 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução.

Pois são itens em que apenas uma empresa obteve pontuação máxima e são condições essenciais para evitar os erros e retrabalhos citados pelas empresas.

Considerando os pontos comuns em que todas as empresas apresentaram um bom desenvolvimento, deve-se citar questão 26e, a única em que todas as entrevistadas obtiveram pontuação máxima:

- 26e – Paralelo ao desenvolvimento da obra é elaborado um manual de uso e manutenção do edifício, contendo as informações importantes relativas aos cuidados e garantias da edificação, que é entregue a cada proprietário.

Outras questões em que as empresas, de uma forma geral, obtiveram destaque foram as:

- 13d – Os funcionários trabalham em rede, minimizando a reinserção de informações e os erros;
- 14e – A cada recebimento de projeto é feita uma análise crítica da proposta apresentada, onde são analisados o atendimento aos requisitos e dados de entrada fornecidos; e
- 15e – Existem critérios e procedimentos para a verificação final da obra e para sua entrega ao cliente.

Nessas questões, com exceção de uma empresa que obteve pontuação quatro, todas as demais atingiram a pontuação cinco. Percebe-se que a grande maioria das questões com alta pontuação provém do elemento busca e inserção da qualidade, o que condiz com o fato desse ser o elemento de melhor desempenho na maioria das empresas analisadas.

### **6.1.2 Por tempo de mercado**

Separando as análises de maturidade das empresas com base no tempo de mercado, chega-se nos três gráficos representados em seguida: gráficos 27, 28 e 29.

Gráfico 27 – Empresas 11 a 20 anos de atuação

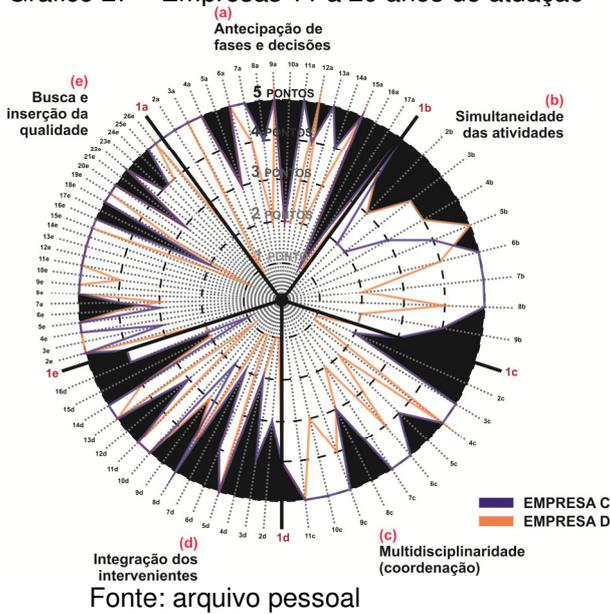


Gráfico 28 – Empresas 21 a 30 anos de atuação

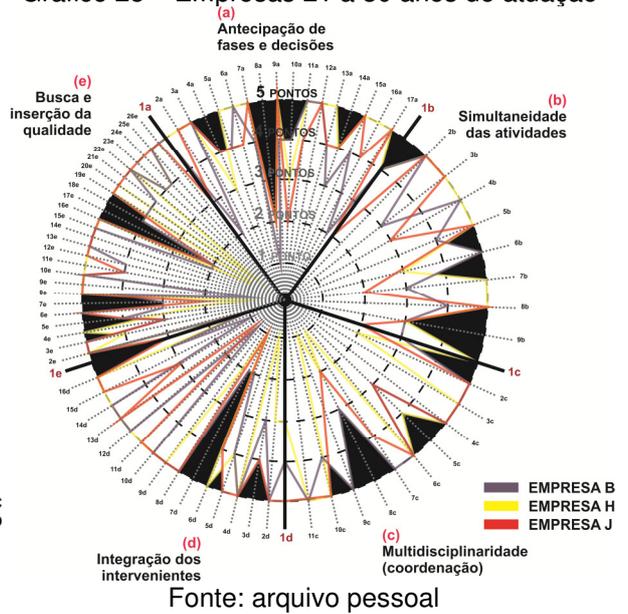
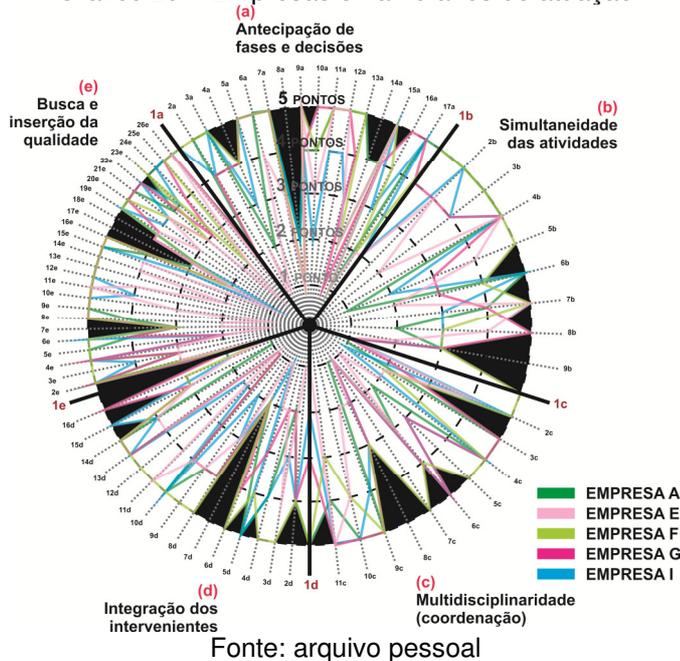


Gráfico 29 – Empresas 31 a 40 anos de atuação



Excluindo as questões analisadas no item anterior 6.1.1, que são comuns a todas as empresas da amostra, a análise comparativa entre as maturidades dessas construtoras a partir do tempo de mercado, demonstra que aquelas com menos de 20 anos de mercado possuem mais itens com pontuações inferior a três pontos que aquelas com mais tempo. Porém, comparações entre os resultados das construtoras de 21 a 30 anos de mercado com aquelas com mais de 31 anos mostram que não existem diferenças significativas dos itens com baixo desempenho entre elas e que a

presença de itens com três ou menos pontos (além daqueles do item 6.1.1) nelas é inexistente.

Ao mesmo tempo, traçando-se a média de maturidade (Ma) para cada uma dessas classes, obtêm-se os seguintes valores: empresas de 11 a 20 anos 74,23% de maturidade (nível gerenciado – B), de 21 a 30 anos 81,19% de maturidade (nível otimizado – A) e de 31 a 40 anos 73% de maturidade (nível gerenciado – B). Ao comparar esses resultados é possível perceber que nas empresas dos estudos de caso, aquelas entre 20 e 30 anos possuem uma maturidade maior. Isso pode ser resultado da mistura de alguns fatores, o primeiro sendo o fato que a maturidade é um processo evolutivo (BOUER; CARVALHO, 2005), fazendo com que as construtoras mais novas não tenham um resultado tão bom. Uma segunda possibilidade seria a questão cultural, onde construtoras mais velhas tendem a ser mais conservadoras, o que pode dificultar a assimilação de novas tecnologias (CALMON; NOGUEIRA-CAMPOS; PINTO, 2008), ou então, como apontado no item 3.2 – Avaliações de Maturidade, pode ser que, após um período, a solidez da empresa acaba interpretada como garantida e a melhoria contínua acaba sendo esquecida, resultando em piores resultados.

### **6.1.3 Por porte**

Agrupando agora a amostra em função do porte, vale lembrar que as empresas de pequeno porte são representadas apenas pela construtora B, limitando as generalizações, uma vez que os problemas apresentados pela empresa B representam aqui os problemas das empresas de pequeno porte. Por essa razão serão trabalhadas aqui apenas as empresas de médio e grande porte (Gráficos 30 e 31), que possuem uma maior representatividade na amostra.

Gráfico 30 – Empresas médio porte

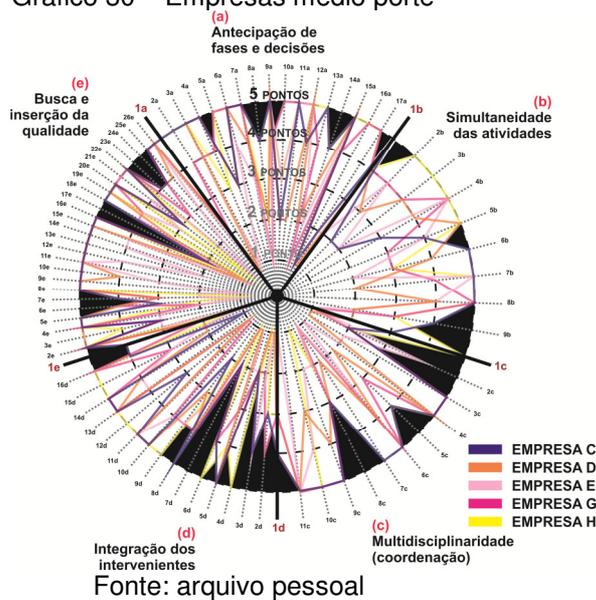
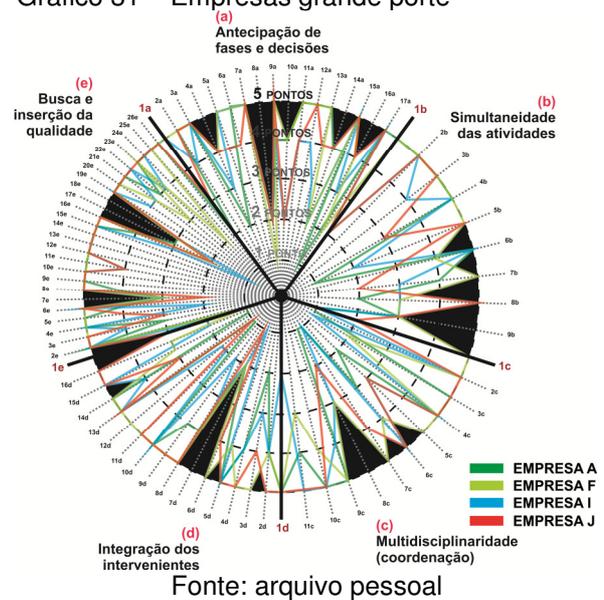


Gráfico 31 – Empresas grande porte



Excetuando-se da análise aqueles itens de baixo desempenho comuns a todas as empresas (ver item 6.1.1), considerando as empresas de médio porte, identificam-se no gráfico 30 alguns pontos comuns onde nenhuma empresa alcançou a pontuação máxima, são eles:

- 5c – As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os intervenientes envolvidos no empreendimento, que contribuem com suas experiências nas decisões projetuais;
- 1d – O empreendimento possui diretrizes, proposta e estratégia claras, ou seja, são conhecidas e não suscitam dúvidas ao serem apresentadas à equipe;
- 2d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução;
- 6e – Os novos empreendimentos são definidos com base em informações sólidas;
- 23e – São feitas revisões periódicas nos procedimentos e processos do empreendimento, de forma a melhorar e otimizar o processo; e
- 24e – A empresa sempre busca melhorias nas tecnologias utilizadas.

Já as empresas de grande porte apresentaram uma menor quantidade de itens sem atingir a pontuação máxima, apenas:

- 4a – Os intervenientes participam do empreendimento desde a etapa de iniciação/estudos preliminares, fazendo comentários e sugestões;

- 16a – A forma de comunicação, frequência e meios de contato com os diferentes intervenientes, bem como a definição dos responsáveis por esses contatos, estão contempladas em um plano de gerenciamento das comunicações; e
- 18e – Há alterações entre o que é proposto no material de marketing e o produto final.

Em um primeiro momento é interessante notar que não há quesitos comuns às duas classes. Comparações entre os resultados dos dois grupos mostram que nas empresas de grande porte nenhum dos itens de menor pontuação apresentados pelas de médio porte se mostram problemáticos, com várias empresas obtendo bom desempenho neles. No entanto o inverso, não pode ser afirmado, pois nos itens problemáticos das empresas de grande porte, poucas empresas de médio porte alcançaram o resultado máximo, podendo esses casos representar uma situação atípica.

Somado a isso, tem-se uma maturidade geral do agrupamento (Ma) de 72,47% para as construtoras de médio porte e de 78,96% para as de grande, o que corrobora resultados encontrados na bibliografia, de que empresas de grande porte possuem maior facilidade para alcançar maturidade na ES, até por uma questão de facilidade de disponibilidade de recursos (KHALFAN, 2001; MELHADO, 2001; FABRÍCIO, 2002; CORREA, 2006).

#### **6.1.4 Por abrangência geográfica**

Reordenando a amostra e estratificando-a em função dos locais em que atuam, criam-se dois grupos: aquelas que atuam exclusivamente no Espírito Santo e as que trabalham no Espírito Santo e em outros estados (Gráficos 32 e 33).

Gráfico 32 – Empresas de atuação no ES

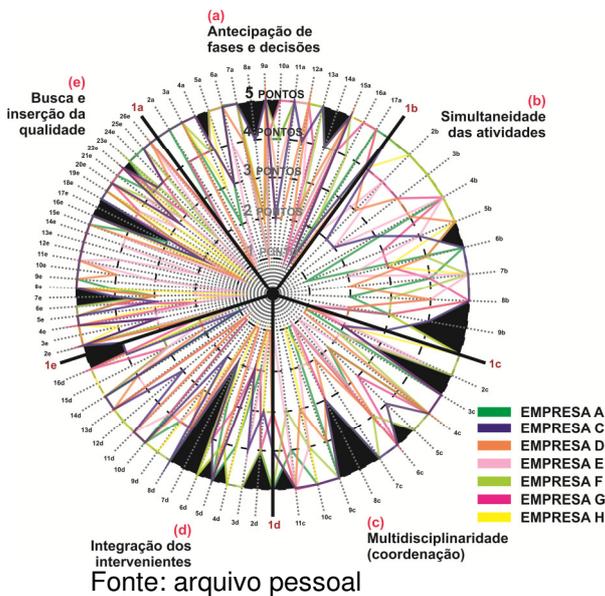
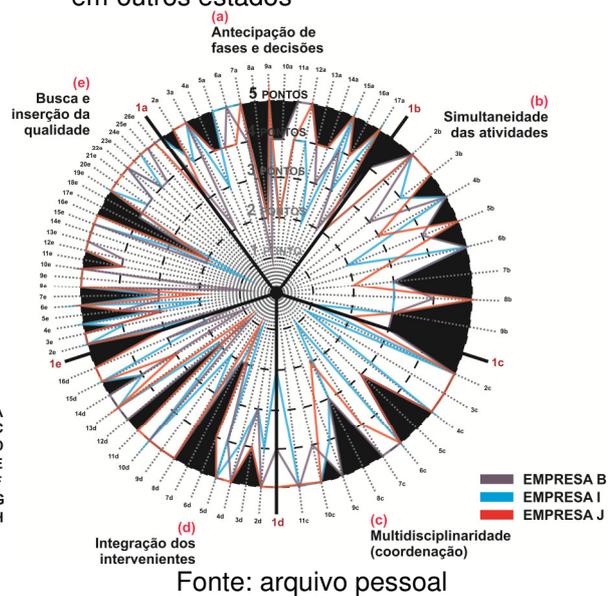


Gráfico 33 – Empresas de atuação no ES e em outros estados



Calculando o nível de maturidade de cada grupo (Ma) chega-se aos seguintes valores: 74,65% de maturidade para as empresas que trabalham exclusivamente no Espírito Santo (grupo um) e 78,18% para as que trabalham nele e fora dele (grupo dois). Passando aos pontos de menor desempenho em cada grupo, no grupo um existe apenas um item fora daqueles gerais indicados no item 6.1.1, em que uma ou nenhuma empresa obteve desempenho máximo:

- 2d – Todos os intervenientes externos a empresa recebem formalmente informações relativas aos padrões e técnicas construtivas da empresa.

Já o grupo dois possui uma maior variedade de itens com menor pontuação, conforme pode ser visto abaixo:

- 4a – Os intervenientes participam do empreendimento desde a etapa de iniciação/estudos preliminares, fazendo comentários e sugestões;
- 13a – Há um banco de dados, contendo projetos relevantes anteriores, decisões projetuais anteriores, entre outros, que é consultado e analisado para desenvolver a proposta de novos empreendimentos;
- 16a – A forma de comunicação, frequência e meios de contato com os diferentes intervenientes, bem como a definição dos responsáveis por esses contatos, estão contempladas em um plano de gerenciamento das comunicações;
- 1b – Toda equipe do empreendimento analisa os projetos;
- 7b – A cada etapa da obra o gerente da obra retroalimenta e registra as alterações de projeto e de planejamento;

- 1c – O planejamento geral do empreendimento conta com a participação de todos os intervenientes;
- 5c – As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os intervenientes envolvidos no empreendimento, que contribuem com suas experiências nas decisões projetuais;
- 6d – A biblioteca/banco de dados de soluções projetuais é disponibilizada aos projetistas parceiros;
- 5e – Os critérios para avaliação dos projetos/ projetistas/ fornecedores/ obra são claros e de conhecimento dos envolvidos;
- 11e – São realizadas avaliações nas edificações entregues; e
- 18e – Há alterações entre o que é proposto no material de marketing e o produto final.

Isso significa que, no grupo dois, apesar da maior média de maturidade, há uma maior oscilação, ou seja, menor uniformidade entre o resultado dos itens das construtoras que trabalham fora do Espírito Santo.

Convém atentar que entre os quesitos do grupo dois, seis (a maioria) estão relacionados a questões de comunicação, apontando, da mesma forma que as pesquisas de Conde (2001) e de Romano (2003), que essas questões podem ser dificultadas pela localização dos intervenientes em áreas geográficas distintas.

#### **6.1.5 Por normatização**

Considerando que as normas, OHSAS 18001, ISO 14001 e ISO 9001 tratam respectivamente sobre procedimentos de saúde e segurança no trabalho, gestão ambiental e gestão da qualidade, aquela que mais afeta a engenharia simultânea é a ISO 9001. Por essa razão as empresas serão separadas aqui entre aquelas com e sem ISO 9001 (Gráficos 34 e 35).

Gráfico 34 – Empresas com ISO 9001

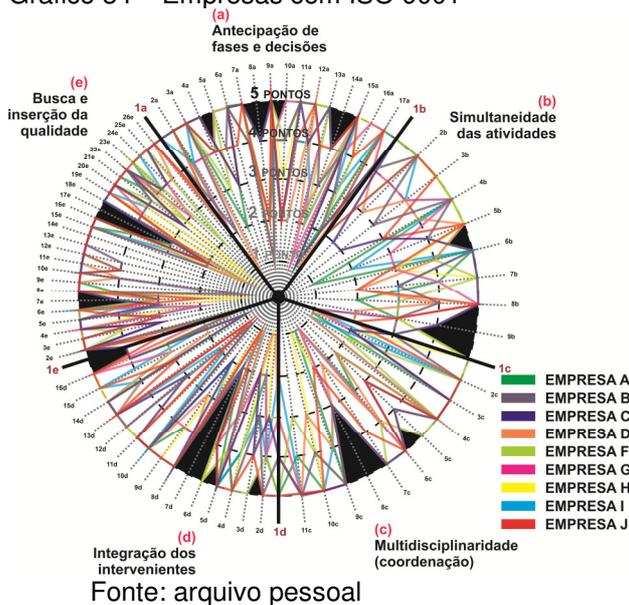
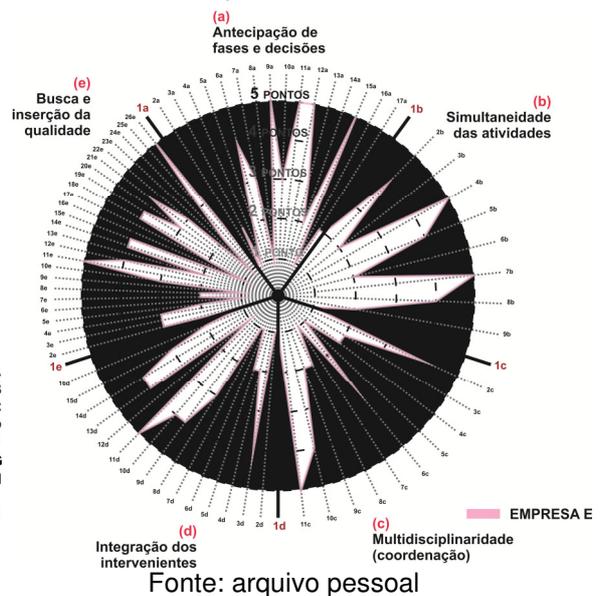


Gráfico 35 – Empresa sem ISO 9001



Ainda que a empresa E seja a única da amostra a não possuir a certificação ISO 9001, o que limita as generalizações, não há como não observar a grande disparidade entre o seu resultado e o das demais construtoras da amostra. A empresa E foi quem obteve o menor nível de maturidade ( $Mg=Ma=55,55\%$ ), sendo a única classificada como caracterizada. Retirando-a do grupo amostral e recalculando a maturidade, há um aumento de 2,23 pontos percentuais na média e uma diferença entre maturidade dela e das demais empresas de 22,4 pontos percentuais, o que pode indicar a importância da normatização ISO 9001 na melhoria dos processos e no desenvolvimento da ES nas construtoras. Essa comparação é um indicador de que a ISO 9001 é um forte indutor para a implantação da ES, que deve ser confirmado em pesquisas posteriores.

Além disso, a comparação mostra a visível difusão que a normatização aqui analisada conta nas indústrias capixabas do setor de construção civil, pois 90% da amostra possui ISO 9001. Esse resultado se deve à instituição do PBQP-H e sua parceria com Caixa Econômica Federal para oferta de empréstimos específicos a empresas que aderiram ao programa (FLORIANI *et al.*, 2007; MINISTÉRIO..., 2013). Considerando que em todo o Espírito Santo existem 155 empresas avaliadas pelo PBQP-H (MINISTÉRIO..., 2013), a amostra representa 5,81% dessas empresas.

### 6.1.6 Por contratação de projetos

Dividindo a amostra entre aquelas que trabalham exclusivamente com projetos terceirizados e as que contratam e elaboram parte dos projetos, criaram-se dois gráficos 36 e 37, que representam essa situação.

Gráfico 36 – Empresas com desenvolvimento de projetos terceirizados

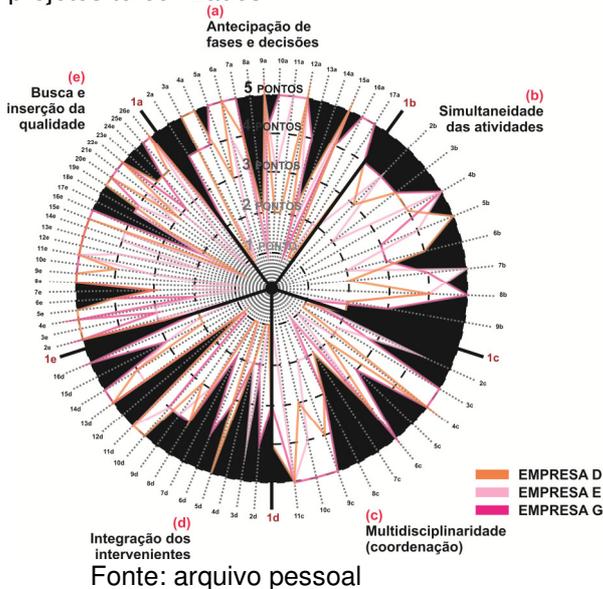
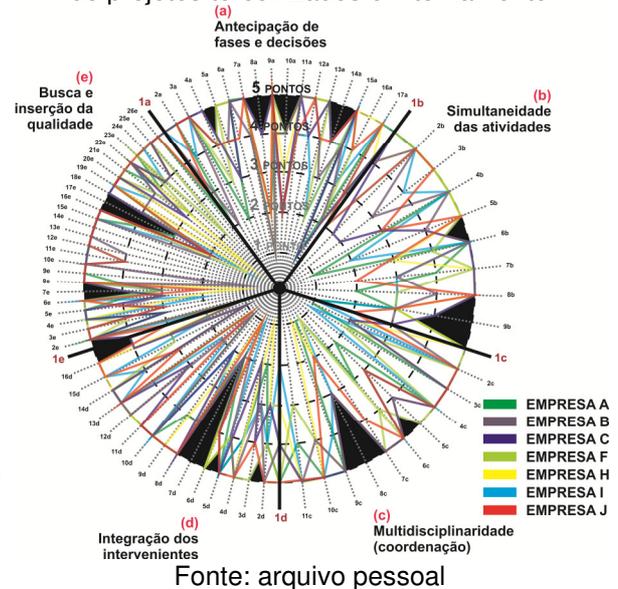


Gráfico 37 – Empresas com desenvolvimento de projetos terceirizados e internamente



No gráfico 36 é possível verificar uma maior concentração de itens com baixo desenvolvimento nos elementos multidisciplinaridade e integração dos intervenientes, o que não acontece no gráfico 37, onde os quesitos com problema são os mesmos do resultado geral das empresas (item 6.1.1), a exceção do 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução. Comparando a maturidade dos dois grupos (Ma), a das empresas que trabalham apenas com projetos terceirizados apresentou um desempenho inferior, com 66,11%, contra 79,82% das que elaboram e contratam projetos.

Uma das possíveis explicações é que o maior envolvimento de terceiros no desenvolvimento do empreendimento pode aumentar as dificuldades de comunicação, problema esse que, segundo Conde (2001) e Bruel (2003), tende a ser minimizado quando os envolvidos fazem parte da mesma empresa.

### 6.1.7 Por compatibilização de projetos

Todas as empresas entrevistadas possuem compatibilização, o que mostra avanços em relação a pesquisas como a de Correa (2006), em que apenas parte das empresas e empreendimentos entrevistados se utilizavam dessa técnica. Quanto à

compatibilização dos projetos, as empresas podem ser separadas entre as que fazem a compatibilização internamente e as que, além de fazê-la internamente, contratam terceiros para isso (Gráficos 38 e 39).

Gráfico 38 – Empresas com compatibilização interna

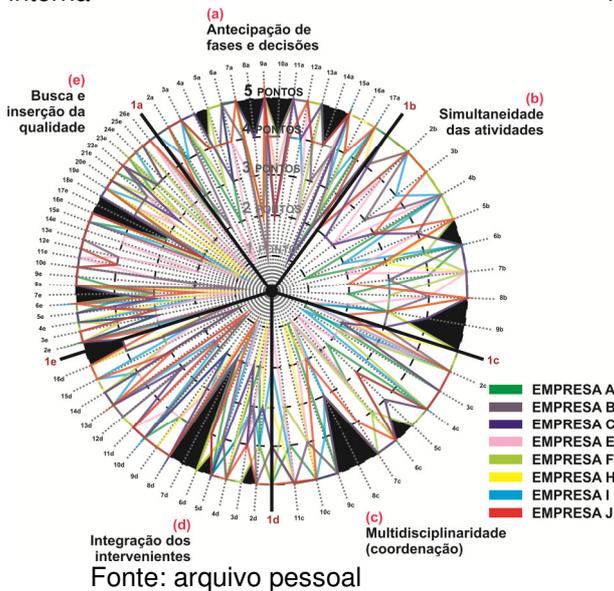
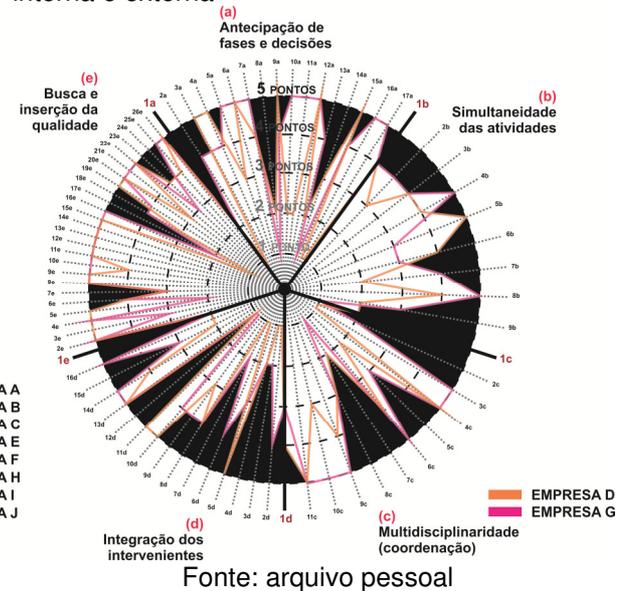


Gráfico 39 – Empresas com compatibilização interna e externa



A diferença de maturidade entre os dois agrupamento é pouca, com o grupo de dupla compatibilização possuindo  $Ma=71,39\%$  e o de compatibilização exclusivamente interna  $Ma=76,79\%$ . Colocando esse resultado em termos de nível, os dois grupos estão no mesmo patamar de maturidade, entretanto os pontos fracos diferem. As empresas com compatibilização exclusivamente interna apresentam os mesmos problemas do item 6.1.1, a exceção do 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução. Já as construtoras com dupla compatibilização, além desses itens, demonstram falhas consideráveis, com pontuação igual ou menor a dois pontos, principalmente nos elementos integração e multidisciplinaridade, de acordo com os itens indicados abaixo:

- 1a – O planejamento começa na fase de iniciação;
- 1c – O planejamento geral do empreendimento conta com a participação de todos os intervenientes;
- 2c – Há formação de equipes de desenvolvimento para cada empreendimento com representantes de cada setor;

- 7c – O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento;
- 4d – Há uma comunicação livre e direta entre os participantes do empreendimento, que ocorre continuamente ao invés de apenas em pontos-chave do processo; e
- 12d – As diversas informações e arquivos do empreendimento ficam disponíveis aos intervenientes externos, que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento.

Fontenelle (2002) analisa em um de seus estudos de caso que a divisão do trabalho de análise e fiscalização do processo de projeto entre construtora e terceirizados gera zonas em que o processo não esteja bem definido. Isso significa que, a exemplo do que ocorre no item 6.1.6, o aumento no número de envolvidos externos à organização, pode ser responsável pela menor maturidade e pela concentração dos itens de baixa pontuação nos elementos multidisciplinaridade e integração dos intervenientes, no grupo com compatibilização externa e interna.

### **6.1.8 Por centralização da estrutura organizacional**

A estrutura organizacional de todas as empresas segue a mesma orientação: funcional, com amplitude de comando de quatro níveis. O único quesito que varia entre elas é a questão da centralização do poder. De acordo com Robbins (2006, p.354), nas empresas descentralizadas “[...] as ações para solucionar problemas podem ser mais rápidas, mais pessoas participam das decisões e os funcionários se sentem menos distantes daqueles que tomam decisões que afetam a sua vida”.

Logo, empresas descentralizadas tendem a possuir um ambiente mais propício ao desenvolvimento da ES (KRUGLIANSKAS *apud* PERALTA, 2002), uma vez que a descentralização estimula a simultaneidade, antecipação de fases e decisões e, principalmente, a multidisciplinaridade.

Os gráficos 40, 41 e 42, juntamente com as médias de maturidade (Ma) de 71,10%, 71,39% e 82,47% das empresas centralizadas, levemente centralizadas e pouco centralizadas, respectivamente, apontam no sentido daquilo observado por Kruglianskas (*apud* PERALTA, 2002), de que há uma evolução da maturidade nas empresas à medida que elas se descentralizam.

Gráfico 40 – Empresas centralizadas

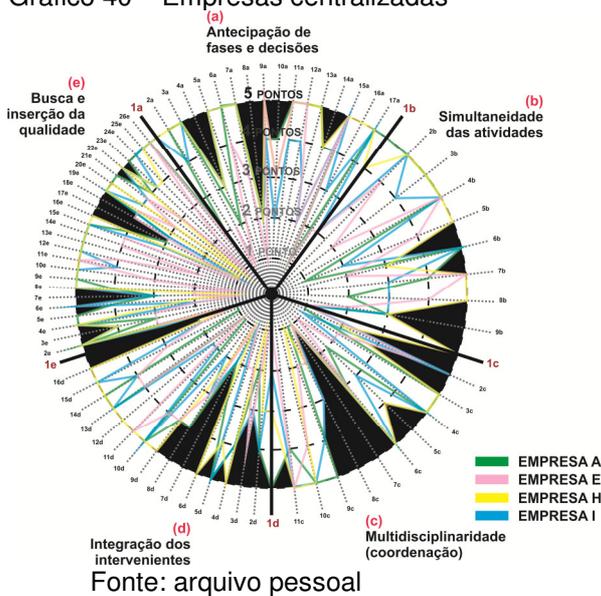


Gráfico 41 – Empresas levemente centralizadas

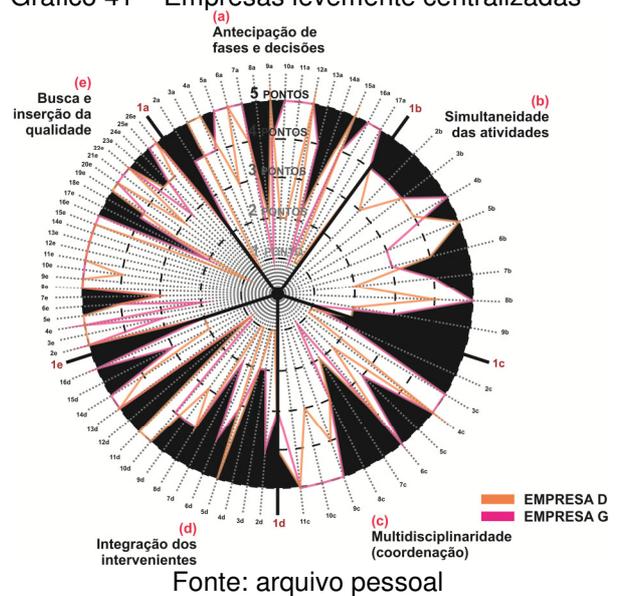
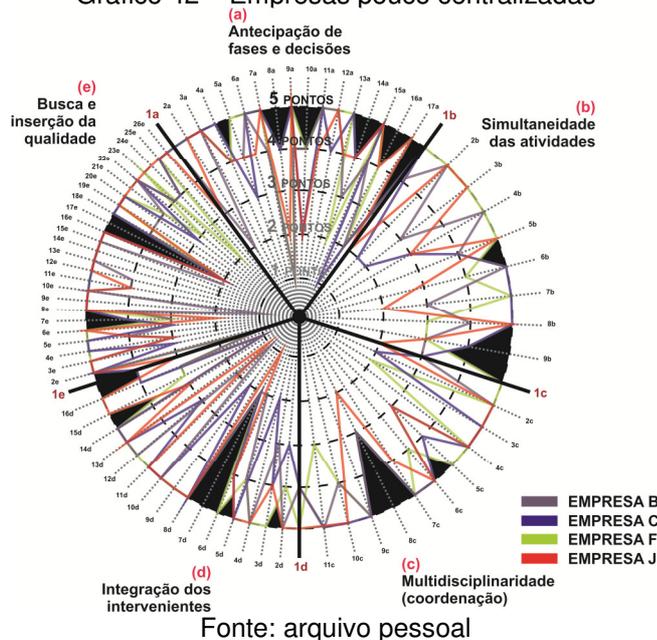


Gráfico 42 – Empresas pouco centralizadas



### 6.1.9 Por nível de maturidade

Nesta análise convém identificar aqueles problemas comuns às empresas no mesmo nível de maturidade, procurando verificar se entre diferentes níveis essas questões persistem. Dito isso, abaixo se encontram os gráficos da sobreposição das empresas de maturidade caracterizadas, gerenciadas e otimizadas (Gráfico 43, 44 e 45) e a tabela 28 com os percentuais obtidos por elemento para cada nível.

Gráfico 43 – Empresas caracterizadas

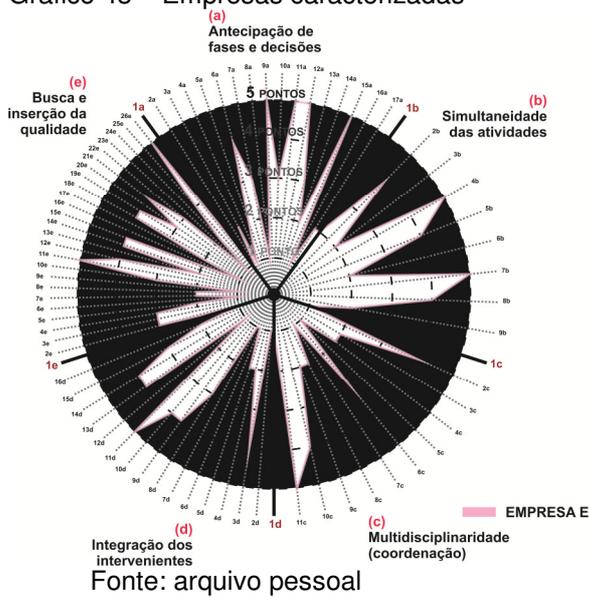


Gráfico 44 – Empresas gerenciadas

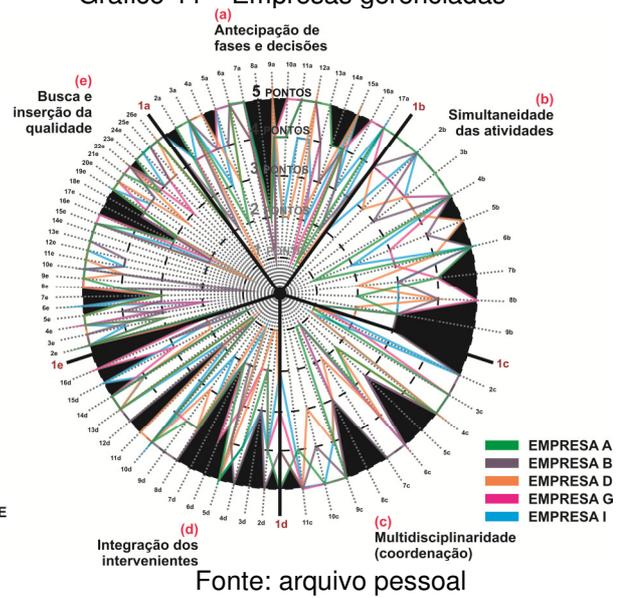


Gráfico 45 – Empresas otimizadas

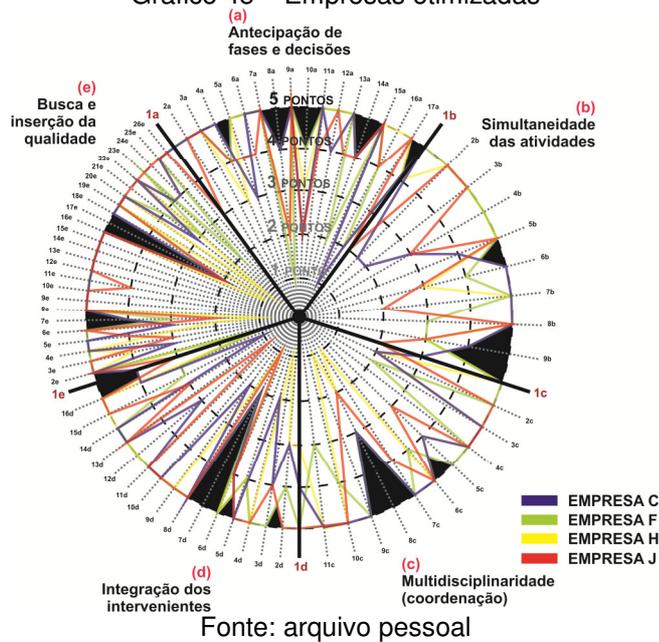


Tabela 28 – Resultados percentuais da análise de maturidade das empresas agrupadas por nível de maturidade

Grupo	Antecipação de fases e decisões	Simultaneidade das atividades	Multidisciplinaridade	Integração dos intervenientes	Busca e inserção da qualidade	Maturidade Agrupamento (Ma)
Caracterizada	54,12%	66,67%	49,09%	52,5%	55,38%	55,55%
Gerenciadas	74,59%	75,56%	69,45%	65,25%	76,92%	83,54%
Otimizadas	85%	82,64%	80,45%	81,87%	90%	86,45%

Fonte: arquivo pessoal

Diferente das demais, a empresa de nível caracterizado (C) não apresenta como melhor elemento a busca a inserção da qualidade, e sim a simultaneidade. Esse resultado pode ser decorrente dessa construtora ser a única da amostra sem a certificação ISO 9001. Outro ponto a se observar é relativo ao elemento de pior desempenho, considerando a média dos três grupos, tanto o grupo caracterizado (C), quanto o otimizado (A) apresentam a multidisciplinaridade como último colocado, enquanto o grupo gerenciado (B) mantém o resultado encontrado para a média das empresas (item 6.1), com a integração como elemento menos desenvolvido.

De certa forma, os resultados da multidisciplinaridade e integração estão bem próximos dentro dos grupos, até porque, como dito anteriormente, eles se relacionam e se complementam. Assim, a análise das empresas por nível de maturidade não foge à lógica de que a comunicação e a forma de trabalho conjunta dos participantes continuam sendo os pontos mais problemáticos ao desenvolvimento da ES.

## 6.2 PROPOSTAS DE MELHORIAS

O objetivo dessa seção é indicar sugestões simples e, preferencialmente, já empregadas por outras construtoras para solucionar problemas e entraves à instalação e desenvolvimento da engenharia simultânea identificados na pesquisa.

Uma sugestão que pode elevar o nível geral de engenharia simultânea em todos os elementos é a criação de *workshops* e treinamento nas empresas sobre o assunto, pois foi comprovado o pouco conhecimento nas construtoras sobre o tema. A difusão do conhecimento contribui para que as pessoas monitorem o seu trabalho em cima das premissas estabelecidas pela ES. Entretanto, para que isso ocorra é essencial o apoio e comprometimento da alta administração (KHALFAN, 2001; BRUEL, 2003) e que se quebre um pouco a postura tradicionalista da construção civil.

A pesquisa apontou como um indutor para a ES a presença da norma ISO 9001 nas construtoras. Com um elemento referente à qualidade na avaliação de maturidade, a presença de uma certificação internacional que contempla o gerenciamento da qualidade nas empresas, envolvendo variados setores e aspectos, foi um diferencial. E a ISO 9001 com suas recertificações anuais, em que os processos relativos ao

sistema de gestão da qualidade das empresas são avaliados e revisados, promove a melhoria contínua, mesmo que apenas em um dos elementos da ES.

O tempo de mercado se apresentou nesta pesquisa como outra questão de influência sobre a maturidade da ES nas empresas. Os resultados indicam que, na amostra, as construtoras mais novas têm uma maturidade menor, o que é lógico, uma vez que se trata de um processo evolutivo e quando elas alcançam o patamar de 21 a 30 anos de mercado atingem o nível otimizado (A) de maturidade. A partir desse nível e faixa etária é importante que as empresas se insiram no ciclo de melhoria contínua, fazendo uso de avaliações periódicas para se atualizar e manter o nível de maturidade alcançado, como o próprio modelo aqui proposto indica (itens 4.3 e 4.4).

Os principais problemas ao desenvolvimento pleno da ES detectados na pesquisa foram dois: a integração dos intervenientes e a multidisciplinaridade, com as mais variadas causas para esse resultado. Uma dessas causas foi a estrutura funcional das empresas, que gera barreiras entre os departamentos devido à separação em funções similares. Pesquisas apontam a estrutura projetizada, onde cada projeto é um departamento temporário e o chefe é o gerente de projeto, como o melhor tipo de estrutura organizacional (BRUEL, 2003; PEREIRA, 2007), mas uma reestruturação desse nível pode ser muitas vezes inviável para as construtoras. Assim, uma possível alternativa para minimizar os problemas originados da estrutura funcional é aumentar a descentralização, dando mais poder decisório aos departamentos. Dessa forma, decisões poderiam ser tomadas em nível de departamento, agilizando o processo, permitindo mais simultaneidade e integração (KHALFAN, 2001; FABRÍCIO, 2002).

Entre os itens que influenciam a integração e a multidisciplinaridade, destacam-se a contratação de projetos e de compatibilização de firmas terceirizadas e a abrangência geográfica, pois dispersam os envolvidos no desenvolvimento do empreendimento. Grande parte das possíveis soluções para esses problemas está ligada ao uso de tecnologias da informação (FABRÍCIO, 2002; MIKALDO JÚNIOR, 2006; SCHEER *et al.*, 2006; ITO, 2007; MEDEIROS, 2012), como o uso de programas (*softwares*) para controle de documentos, a criação de um banco de dados e o uso de *softwares* BIM.

*Softwares* para controle de arquivos já estão sendo usados com sucesso em algumas das empresas da amostra (F, G, H, I, J). Funcionam com a emissão de permissões para os usuários, que de acordo com o trabalho que exercem no processo podem visualizar e/ou alterar itens inseridos no programa. Com essa dinâmica, todos os envolvidos têm sempre à disposição os arquivos mais recentes, evitando que documentos obsoletos sejam usados no desenvolvimento das atividades. Esses programas também emitem aos usuários cadastrados mensagens eletrônicas sobre as atualizações realizadas, evitando que alguma pessoa fique desinformada a respeito das modificações efetuadas.

Considerando o uso de banco de dados nas empresas, trata-se de uma proposta que mesmo existente em várias construtoras da amostra apresenta diferentes graus de desenvolvimento. A revisão bibliográfica aponta que um banco de dados deve ser mais que a simples existência de arquivos agrupados, que estes devem estar organizados logicamente (BRASILIANO, 2000; FONTENELLE, 2002), nisso destaca-se a iniciativa da empresa F, que contratou uma bibliotecária para organizar seu banco de dados.

Também é interessante aqui procurar soluções para os pontos comuns identificados como problemáticos nas empresas. Em meio aos itens em que praticamente todas apresentaram baixo desempenho, deve-se falar aqui dos itens:

- 9b – Os projetistas, após a entrega dos projetos, acompanham o desenvolvimento da obra;
- 7d – O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos; e
- 17e – Os projetistas avaliam o resultado final do empreendimento.

Esses itens encontram-se relacionados e, o que se pode observar, é que, em sua maioria, após a entrega dos projetos e revisões necessárias, os projetistas só se envolvem com o produto em execução/executado em caso de extrema necessidade. Isso é prejudicial, pois restringe a integração entre os envolvidos a situações problemáticas, faz com que observações e sugestões importantes a respeito da execução do projeto não sejam passadas pela obra aos projetistas e que erros mais facilmente identificados por quem projetou o empreendimento não sejam detectados.

A necessidade de acompanhamento da obra é vista como essencial na literatura da área (BRASILIANO, 2000; CONDE, 2001; FONTENELLE, 2002; CORREA, 2006), entretanto, poucas sugestões são dadas de como conseguir isso. Uma possibilidade apresentada pela empresa Impar, na pesquisa de Fontenelle (2002), e em algumas especialidades na empresa, é o estabelecimento de um número mínimo de visitas à obra nos contratos com os projetistas. Outra sugestão empregada pelas construtoras F e G é a visitação periódica da obra por pessoas do departamento de projetos da empresa, que fazem relatórios das irregularidades e problemas identificados e esses são analisados posteriormente em conjunto com a gerência de produção. Na empresa J, os relatórios são elaborados pela própria equipe de obra, com indicação em planta e fotos do andamento da execução. Esse relatório segue para o setor de projetos e para os projetistas, que assim conseguem participar e ter um retorno a respeito das soluções construtivas propostas.

Embora as pressões por edificações mais sustentáveis, com menor manutenção e mais eficientes têm sido cada vez maiores – vide a nova norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) –, o que acaba por exigir o uso de programas que permitam prever melhor o comportamento dos edifícios, isso não foi suficiente para garantir um bom resultado no item 14a:

- 14a – São usadas ferramentas inovadoras pelos projetistas que permitam prever melhor o comportamento da edificação.

O que ocorre é que as construtoras não participam da decisão dos *softwares* a serem usados no desenvolvimento dos projetos, essa decisão acaba sendo uma escolha do projetista, como relatado pelos entrevistados C e G. Dessa forma, o estabelecimento em contrato do uso de programas inovadores também aparece aqui como a solução mais viável para exigir aos profissionais sua utilização.

Dois questões relativas a interferências entre projetos e suas consequências figuram entre aquelas com menor desempenho nas construtoras estudadas:

- 8c – É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem em retrabalho; e
- 7e – As modificações realizadas em projeto, em geral, implicam em custos adicionais ao empreendimento.

Para evitar esses problemas a melhor solução é possuir uma equipe multidisciplinar ativa, com grande integração, o que nos faz retornar aos dois principais problemas

apresentados pela amostra. Mesmo com esse resultado, as empresas entrevistadas apresentaram sugestões interessantes para reduzir as interferências de projetos, que combinadas podem gerar melhorias significativas.

Uma delas é o uso de modificações padronizadas para apartamentos de clientes (empresa E e H) ou a não execução de modificações nos apartamentos (empresa G). Já a empresa A, para minimizar falhas de comunicação que levem a mais retrabalho, utiliza um formulário padrão para solicitar alterações aos projetistas, com espaço para o projetista responder se cumpriu ou não as solicitações e explicar o porquê da decisão tomada, assim todas as alterações realizadas em projeto são monitoradas. Nas empresas C, D e F, pessoas envolvidas na obra ou manutenção dos edifícios, como o mestre de obra e os membros da equipe de assistência técnica, participam do desenvolvimento dos projetos, de forma que questões de construtibilidade sejam notadas e alteradas durante esse processo, evitando futuros retrabalhos com correções.

É interessante observar aqui, como ressaltou o entrevistado C, que existem três tipos de retrabalho, aqueles na fase de projeto, que não implicam em grandes custos ou perdas, aqueles no início da obra, que possuem um custo médio, e os que ocorrem no fim da obra, que geram grandes gastos (MELHADO, 2001). Procurando evitar os retrabalhos de altos custos, as construtoras F e H constroem apartamentos-modelo, para verificar se as propostas de projeto são factíveis e quais possíveis problemas podem aparecer durante a execução, procedimento que encontra apoio na pesquisa de Corrêa (2006). Na empresa F, o apartamento-modelo conta ainda com um processo de validação, onde todos os envolvidos (projetistas, assistência técnica, equipe de projetos, empreiteiros, entre outros) são convidados a conhecer o apartamento-modelo, avaliar o resultado e discutir dificuldades e melhorias, fazendo com que problemas vividos naquela unidade não sejam transmitidos às demais.

Outra forma de minimizar problemas em obra defendida na bibliografia consultada (BRASILIANO, 2000; CONDE, 2001; FABRÍCIO, 2002; PERALTA, 2002; CORDEIRO, 2003; ROMANO, 2003; CORRÊA, 2006) é a realização de treinamentos/reuniões com os projetistas para explicar os projetos à equipe de execução. Essa questão corresponde ao item 3d do questionário de maturidade:

- 3d – Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução.

Nem todas as empresas obtiveram um bom desempenho neste item. Dentre aquelas com bons resultados, convém destacar o processo desenvolvido pelas construtoras F e J, que executam esse procedimento com a equipe do departamento de projetos da empresa, evitando problemas decorrentes do envolvimento de terceiros, como a disponibilidade de tempo.

A análise de risco foi outra questão em que poucas empresas obtiveram boa pontuação, correspondendo ao item 10a do questionário:

- 10a – É feita análise de risco ainda na fase de iniciação de um empreendimento, ou seja, as atividades críticas são identificadas e têm seus parâmetros definidos no início do empreendimento.

Esse é um item essencial para a antecipação de fases e decisões, elemento apontado pela pesquisa como o mais desejado nas empresas. Uma análise de risco exige identificação, avaliação e monitoramento dos riscos, junto a um planejamento das respostas (ROMANO, 2003). Mas, para executar uma análise desse porte, é necessário que as empresas registrem e acompanhem as falhas que ocorrem, de forma a constituir uma memória coletiva (CORRÊA, 2006). E nesse ponto as empresas F, H e I apresentaram um procedimento interessante que pode ser incorporado às demais. Elas fazem uso de uma planilha de acompanhamento e qualificação dos problemas em obra, onde se rastreiam a origem desses erros, se são de projeto, ou não, qual foi o erro, a causa e o responsável, e se calcula os custos desses erros. Na construtora I esse processo tem um apelo econômico muito forte, uma vez que registrados serviços fora do escopo contratado, ela pode pleitear aditivos, enquanto a construtora F ressalta que essa foi a forma encontrada para descobrir o que de fato é erro de projeto, além de ter as vantagens adicionais de fazer com que todas as alterações ocorridas na obra sejam informadas e registradas. Na construtora H, o processo também foi incorporado para a assistência técnica e, a partir dos dados coletados, são revisados os procedimentos de obra.

Existem ainda sugestões interessantes que não estão diretamente relacionadas a pontos problemáticos gerais, mas que podem ser úteis ao desenvolvimento de algumas empresas. Uma dessas é a apresentação dos novos empreendimentos empregada na construtora G, em que após determinada a execução de um novo edifício, este e todas as informações relativas a ele, como público-alvo, preço, objetivos, entre outros, são passadas a todos os funcionários da empresa,

contribuindo para o alinhamento e integração da visão da equipe. Outra proposta identificada, usadas pelas construtoras B e G, foi a padronização dos elementos construtivos logo na concepção do empreendimento, fazendo com que os projetos, incluindo o arquitetônico legal, sejam adaptados a esse padrão, antecipando decisões e agilizando o processo.

Restou discutir os últimos itens com baixa pontuação na amostra:

- 8a – Os projetos são concluídos antes do início da obra; e
- 1e – Há tempo suficiente para o desenvolvimento de cada etapa do empreendimento.

O resultado obtido nessas questões comprova que o curto tempo disponível para cada etapa do empreendimento continua a ser um problema para as construtoras (FONTENELLE, 2002; BRUEL, 2003; ROMANO, 2003; BLISMAS *et al.*, 2004; BOGUS *et al.*, 2005; IBRAHIM *et al.*, 2010), até porque, conforme exposto pela empresa H, trata-se de uma necessidade de mercado e não cumpri-la implica em perda de consumidores. Resolver essa questão é, portanto, um ponto crítico que pode ser solucionado com o uso combinado de algumas das propostas aqui expostas, pois ao elevar o nível de maturidade da ES, chega-se mais próximo de alcançar seus objetivos, dentre os quais figura a redução de tempo do empreendimento, sem perda de qualidade no processo.



# 7 CONCLUSÕES

## 7 CONCLUSÕES

Neste capítulo, de acordo com a pesquisa conduzida, são apresentadas:

- As verificações dos pressupostos elaborados;
- Considerações finais a respeito dos resultados obtidos; e
- Proposições para pesquisas futuras.

### 7.1 CONCLUSÕES GERAIS

A pesquisa desenvolvida procurou descobrir se as empresas construtoras fazem uso da engenharia simultânea (Problema 1). O pressuposto inicial (Pressuposto 1) apontava que elas usam alguns elementos da ES, o que é confirmado, de fato, a partir dos estudos de caso realizados. Entretanto, o problema inicial da pesquisa deu origem a outras questões importantes que também foram investigadas.

Mais do que saber se uma metodologia ou técnica é utilizada, é essencial conhecer como se encontra a sua incorporação pelas empresas, de modo a compreender os possíveis entraves ao seu desenvolvimento. Com essa questão levantada formulou-se o segundo problema da pesquisa (Problema 2). Para estudá-lo optou-se pelo uso das análises de maturidade, pois permitem criar um mapa da situação atual da empresa ao mesmo tempo em que identificam seus pontos fortes e fracos. As investigações conduzidas por meio de dez estudos de casos em empresas construtoras da região da Grande Vitória – Espírito Santo mostram que, apesar do desconhecimento dos entrevistados por parte do que vem a ser engenharia simultânea, a ES encontra-se, em geral, no nível gerenciado (B), indicando um elevado uso dos elementos da engenharia simultânea e um processo conhecido e caracterizado. Esse resultado aponta que as necessidades impostas pelas demandas atuais de trabalho exigem o uso da abordagem simultânea no dia-a-dia das pessoas/empresas. Contudo, variações nesse resultado ocorrem em função de características das empresas, onde se conclui, para amostra estudada, que:

- Quanto maior o porte da empresa, maior é o nível de maturidade para ES;
- Uma maior abrangência geográfica implica maiores dificuldades de comunicação;
- Quanto maior o número de terceirizados envolvidos, menor é a maturidade; e
- A presença de ISO 9001 eleva a maturidade.

Apesar do bom nível de maturidade obtido, com média de 75,72% (gerenciado – B), ainda existem dificuldades e as maiores dessas se apresentam nos elementos multidisciplinaridade e integração dos intervenientes, o que significa pouca interação e problemas com a comunicação entre os participantes do processo, comprovando o pressuposto 2, pois melhorias se fazem necessárias para que as empresas empreguem a ES de forma plena. Somado a isso, há o fato de que a antecipação de fases e decisões, eleita pelas empresas como o elemento mais importante no desenvolvimento do empreendimento, foi classificada na avaliação de maturidade apenas como terceiro elemento mais desenvolvido, mostrando que intervenções também são essenciais para que as empresas alcancem aquilo que almejam.

Um terceiro e último problema foi levantado na pesquisa, como melhorar o nível de aplicação da ES nas empresas? Graças às investigações conduzidas foi possível identificar as características das empresas que influenciam no nível de maturidade, bem como descobrir os problemas comuns que atingem as construtoras como um todo, primeiro passo para definir as melhorias necessárias. As experiências relatadas nas entrevistas que pudessem de alguma forma contribuir para melhorias de outras empresas foram expostas, as boas práticas compartilhadas e associadas a descobertas realizadas por outras pesquisas. O terceiro pressuposto, que diz que modificações importantes são necessárias para a plena implantação da ES, foi então diluída em uma série de sugestões de eficácia comprovada e relativamente simples, dentre as quais pode-se citar:

- Elaboração de *workshops* sobre ES;
- Avaliações periódicas de maturidade;
- Incorporação da ISO 9001 e das suas recertificações anuais;
- Descentralização das tomadas de decisões;
- Uso de *softwares* gerenciadores de arquivos;
- Regras contratuais para acompanhamento da obra e uso novas tecnologias para evidenciar o desempenho das edificações pelos projetistas;
- Padronização das modificações de apartamentos;
- Participação dos envolvidos com a obra e a assistência técnica no desenvolvimento dos projetos;
- Construção de apartamento-modelo; e
- Explicação dos projetos para a equipe de obras;

Entre tantas outras que foram apresentadas e buscam, em conjunto, contribuir para que as empresas alcancem o trinômio de menor tempo, menores custos e maior qualidade, proposto pela engenharia simultânea.

## 7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando a pesquisa realizada, alguns pontos podem ser mais aprofundados, inclusive para confirmar os resultados obtidos e permitir maiores generalizações da pesquisa. Assim, propõem-se alguns temas correlatos que podem ser estudados em outros trabalhos acadêmicos, como:

- Aplicação da metodologia proposta em um grupo maior e em outras regiões do país, de forma a permitir análises estatísticas da amostra e maiores generalizações;
- Aplicação da metodologia em mais empresas sem ISO 9001 de forma a comprovar os resultados obtidos;
- Avaliação do impacto das melhorias propostas no nível de maturidade das construtoras;
- Aplicação do questionário nas diferentes áreas/departamentos da empresa, procurando identificar se há variações entre departamentos e quais são aqueles que possuem as maiores dificuldades;
- Aplicação da avaliação de maturidade aqui proposta sendo o respondente da avaliação o próprio pesquisador, a partir de observações feitas na empresa estudada, evitando enviesamentos e deformações nas respostas, e comparação desses resultados com os aqui encontrados; e
- Estudos do impacto da tecnologia BIM no desenvolvimento da engenharia simultânea;
- Estudo do impacto das melhorias propostas nesta dissertação no resultado de maturidade da engenharia simultânea das empresas.



# 8 REFERÊNCIAS

## 8 REFERÊNCIAS

ABRANTES, B. H. A. **Nível de maturidade e estratégias de crescimento da Santa Clara Engenharia LTDA**. 2009. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Projetos) – Programa FGV Management, Fundação Getúlio Vargas, Belo Horizonte, 2009.

ADDO-TENKORANG, R. Concurrent Engineering (CE): A Review Literature Report. In: II WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE, 2011, São Francisco. **Anais...** Disponível em: <[http://www.iaeng.org/publication/WCECS2011/WCECS2011\\_pp1074-1080.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCECS2011/WCECS2011_pp1074-1080.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2013.

ANUMBA, C. J.; KHALFAN, M. M. A. Implementation of Concurrent Engineering in Construction - Readiness Assessment. In: CONSTRUCTION INFORMATION TECHNOLOGY CONFERENCE, 2000, Reykjavik. **Anais...**

ANUMBA, C. J.; BALDWIN, A. N.; BOUCHLAGHEM, D.; PRASAD, B.; CUTTING-DECELLE, A. F.; DUFAU, J.; MOMMESSIN, M. Integrating Concurrent Engineering Concepts in a Steelwork Construction Project. **Concurrent Engineering: research and applications**, [S.l.], v.8, n.3, p.199-212, 2000.

ANUMBA, C. J.; KAMARA, J.; CUTTING-DECELLE, A. F. (Ed.). **Concurrent Engineering in Construction Projects**. Nova Iorque: Taylor & Francis, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais – desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

AUTODESK. **The Daily Life of Building Information Modeling (BIM)**. 2010. Disponível em: <<http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

AYRES FILHO, C.; Scheer, S. Diferentes abordagens do uso de CAD no processo de projeto arquitetônico. In: VII WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2007, Curitiba. **Anais...** Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-57.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

BIM THINKSPACE. 2011. Disponível em: <<http://changeagents.blogs.com/thinkspace/>>. Acesso em: 08 jun. 2011.

BLISMAS, N. G.; SHER, W. D.; THORPE, A.; BALDWIN, A. N. Factors influencing project delivery within construction clients' multi-project environments. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 113-125, 2004.

BOGUS, S. M.; MOLENAAR, K. R.; DIEKMANN, J. E. Concurrent engineering approach to reducing design delivery time. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S.l.], v. 131, n. 11, p. 1179-1185, 2005.

BOLLMANN, C.; SCHEER, S.; STUMM, S. B. Engenharia colaborativa: uma visão para a engenharia simultânea e o uso de ambientes colaborativos para arquitetura e

engenharia civil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, 2., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005

BOUER, R.; CARVALHO, M. M. Metodologia singular de gestão de projetos: condição suficiente para a maturidade em gestão de projetos? **Revista Produção**, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 347-361, 2005.

BRASILIANO, A. E. **Gestão do desenvolvimento de projetos das edificações públicas**: um modelo segundo os princípios da engenharia simultânea. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000.

BRUEL, A. A. **Proposta de um roteiro para desenvolvimento do Plano do empreendimento de forma integrada em empresas de construção civil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CALMON, J. L.; BRASILIANO, A. E. Diagnóstico do processo de projeto de edificações públicas à luz da engenharia simultânea. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2000, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC; UFBA, 2000, Resumo. p. 312-312.

CALMON, J. L.; GRILO, L. M. Avaliação qualitativa do impacto dos problemas com origem nos projetos no processo construtivo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA E GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL - II CITQUACIL, 2000, Recife. **Anais...** Disponível em: < [http://leonardogrilo.pcc.usp.br/avalia%C3%A7%C3%A3o\\_projetos\\_processo\\_produtivo.pdf](http://leonardogrilo.pcc.usp.br/avalia%C3%A7%C3%A3o_projetos_processo_produtivo.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2010.

CALMON, J. L.; NOGUEIRA-CAMPOS, M. A.; PINTO, M. M. O processo de adoção de novas tecnologias nas edificações: uma revisão bibliográfica. IN: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO – ENGEPP 2008, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegepp2008\\_TN\\_STO\\_087\\_569\\_11729.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegepp2008_TN_STO_087_569_11729.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2010.

CASTRO, M. P. B. **Gestão do processo de projeto**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Construção Civil) – Programa de Pós Graduação em Geotecnia e Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS – CNAE. **Seção**: F construção civil. Brasília: 2010. Disponível em: <[http://www.cnae.ibge.gov.br/secao.asp?codsecao=F&TabelaBusca=CNAE\\_200@CNAE\\_2.0@0@cnae@0](http://www.cnae.ibge.gov.br/secao.asp?codsecao=F&TabelaBusca=CNAE_200@CNAE_2.0@0@cnae@0)>. Acesso em: 07 abril 2012.

CODINHOTO, R.; FORMOSO, C. T. Estudo sobre o planejamento integrado dos processos de projeto e produção em empreendimento da construção. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Disponível em: < <http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A033.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2011.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. **Anais...** São Paulo: 2008.

CONDE, K. M. **Qualidade de projeto em empresas construtoras:** diagnóstico e recomendações. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.

COOKE-DAVIES, T. J.; ARZYMANOW, A. The maturity of project management in different industries: an investigation into variations between project management models. **International Journal of Project Management**, [S.l.], v.21, n.1, p. 471-478, 2003.

CORDEIRO, R. H. N. **Sistematização do fluxo de informações no processo de projeto de edificações em empresas construtoras e incorporadoras.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

CORDEIRO, R. H. N.; CRUZ, A. L. G. C. Método de análise em empresas construtoras para a execução simultânea das atividades de projeto de edificações. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**

CORRÊA, C. V. A contribuição da tecnologia da informação pela aplicação da engenharia simultânea e criação de banco de dados digital em projetos de produção civil na construção de edifícios. In: SEMINÁRIO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 2005. (CD-ROM)

CORRÊA, C. V. **A aplicação da engenharia simultânea na dinâmica de elaboração e implantação de projetos para produção de alvenaria de vedação na construção civil.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

CROSSLAY, A. **Frameworks for improvement.** Construction Marketer, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 9-11, 2002.

de GRAFF, R.; SOL, E. J. Assessing Europe's Readiness for Concurrent Engineering. In: CONFERENCE ON CONCURRENT ENGINEERING: RESEARCH & APPLICATION, 10., 1994, São Paulo. **Anais...**

EVBUOMWAN, N. F. O; ANUMBA, C. Communications issues in concurrent life-cycle design and construction. **BT Technology Journal**, [S.l.], v.15, n.1, p.209-216, 1997.

EVBUOMWAN, N. F. O; ANUMBA, C. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. **Advances in Engineering Software**, Grã-Betanha, v.29, n.7-9, p.587-597, 1998.

ESPÍRITO SANTO. Lei complementar nº318, de 17 de janeiro de 2005. **Diário Oficial**, Vitória, 18 jan. 2005.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **O projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, M. M. ; MELHADO, S.B. . Projeto simultâneo e a qualidade na construção de edifícios. In: NUTAU '98; ARQUITETURA E URBANISMO - Tecnologias para o Século 21., 1998, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/silviobm/Publica%C3%A7%C3%B5es%20PDF/NUTAU98-ES.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. Projeto simultâneo e a qualidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC 2000), 8., 2000, Salvador. **Anais...** Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/silviobm/Publica%C3%A7%C3%B5es%20PDF/ENTAC2000\\_ES-Qual.pdf](http://www.pcc.usp.br/silviobm/Publica%C3%A7%C3%B5es%20PDF/ENTAC2000_ES-Qual.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2011.

FABRÍCIO, M. M. ; MELHADO, S. B. ; MESQUITA, M.J. . Colaboração simultânea em diferentes tipos de empreendimentos de construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: cooperação & responsabilidade social, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002, p. 1513-1522.

FERREIRA, S. L. Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2007, Curitiba. **Anais...** Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2011.

FLORIANI, R.; GIOVANELA, A; MACHADO, D. D. P. N. Estudos para implantação de sistema de gestão da qualidade em empresa da construção civil. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 4., 2007, Resende. **Anais...** Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/artigos2007.php?pag=28>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obra, v. 15, p. 50 - 58, 15 out. 2002.

FORMOSO, C.T.; TRESCASTRO, M.; CODINHOTO, R. Planejamento e controle integrado do projeto e da produção em ambientes simultâneos na construção civil. In: NUTAU 2006; Arquitetura e Urbanismo – Inovações tecnológicas e sustentabilidade, 2006, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <

<http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA%20Disciplinas%20Arquivos/Gestao%20Producao/Texto5UFBA2007%20Planejamento.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2010.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO – ABRAMAT. **Perfil da Cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos**. São Paulo: Abramat, 2010.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO – ABRAMAT. **Perfil da Cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos**. São Paulo: Abramat, 2012.

GHINATO, P. Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. (Ed.). **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2010.

GRILLO, L. M. **Gestão do processo de projeto no segmento de construção de edifícios por encomenda**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GUNASEKARAN, A.; LOVE, P. E. D.; LI, H. Concurrent engineering: a strategy for procuring construction projects. In: **International Journal of Project Management**, Grã Bretanha, 1998, v.16, n.6, p.375-383.

HAAS, C. An international perspective on construction competitiveness and productivity. In: COMMITTEE ON Advancing the Competitiveness and Productivity of the U.S. Construction Industry, National Research Council (ed.). **Issue Advancing the Competitiveness and Efficiency of the U.S. Construction**. Washington: The National Academies Press, 2009, p. 55-75.

HARON, A.; MARSHALL-PONTING, A.; AOUAD, G. Building information modelling: Literature review on model to determine the level of uptake by the organisation. In: CIB WORLD BUILDING CONGRESS, 18., 2010, Salford. **Anais...** Disponível em: <[http://usir.salford.ac.uk/16622/3/CIB\\_Salford\\_Building\\_Information\\_Modelling\\_Literature\\_Review\\_on\\_Model\\_to\\_Determine\\_the\\_Level\\_of\\_Uptake\\_by\\_Organisation.pdf](http://usir.salford.ac.uk/16622/3/CIB_Salford_Building_Information_Modelling_Literature_Review_on_Model_to_Determine_the_Level_of_Uptake_by_Organisation.pdf)>. Acesso em: 25 abril 2012.

HELENE, Paulo R. L. **Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção**. São Paulo: Red Rehabilitar, editores, 2003.

IBRAHIM, A. R. B.; ROY, M. H.; AHMED, Z. U.; IMTIAZ, G. Analyzing the dynamics of the global construction industry: past, present and future. **Benchmarking: An International Journal**, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 232-252, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção 2011**. Rio de Janeiro: v. 21., 2013. Disponível

em: <<http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/PAIC2011.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

ITO, A. L. Y. **Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura: estudo de caso.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

JEONG, K. S.; KAGIOGLOU, M.; HAIGH, R.; AMARATUNGA, D.; SIRIWARDENA, M. L. Embedding good practice sharing within process improvement. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 62-81, 2006.

KARANDIKAR, H. M.; FOTTA, M. E.; LAWSON, M.; WOOD, R. T. Assessing Organizational Readiness for Implementing Concurrent Engineering Practices and Collaborative Technologies. In: WORKSHOP ON ENABLING TECHNOLOGIES: INFRASTRUCTURE FOR COLLABORATIVE ENTERPRISES, 2., 1993, Los Alamitos. **Anais...**

KERZNER, H. **Strategic planning for Project Management using a Project Management Maturity Model.** Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2001.

KERZNER, H. **Advanced Project Management: best practices on implementation.** Nova York: John Wiley & Sons, 2002.

KHALFAN, M. M. A. **Benchmarking and readiness assessment for concurrent engineering in construction (BEACON).** 2001. Tese (Doutor em Filosofia) – Universidade de Loughborough, Loughborough, 2001.

KHALFAN, M. M. A.; ANUMBA, C. J.; SIEMIENIUCH, C. E.; SINCLAIR, M. A. Readiness Assessment of the construction supply chain for concurrent engineering. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, [S.l.], v. 7, n.2, p. 141-153, 2001.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, Stanford University/CIFE, 1992. (Technical Report, n.72)

KWAK, Y. H.; IBBS, C. W. Assessing Project Management Maturity. **Project Management Journal**, [S.l.], v.31, n.1, p.32-43, 2000.

KWAK, Y. H.; IBBS, C. W. Project Management Process Maturity (PM)<sup>2</sup> Model. **Journal of management in engineering**, [S.l.], v.18, n.3, p. 150-155, 2002.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2004.

MARISCO, T. S. **Avaliação da maturidade em gerenciamento de projetos: estudo multicaso de empresas globais no contexto brasileiro.** 2009. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Projetos) – Programa Master of Business Administration (MBA), Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC), Belo Horizonte, 2009.

MARX, R. Gestão na construção civil. **Catho**, São Paulo, 27 ago. 2010. Seção Entrevistas. Disponível em: <<http://www.catho.com.br/carreira-sucesso/entrevistas/professor-roberto-marx-gestao-na-construcao-civil>>. Acesso em: 25 jul. 2012.

MATURIDADE. In: WEISZFLOG, W. (ed.). **Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 2004.

MCCORMACK, K.; LOCKAMY, A. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. **Supply Chain Management: An International Journal**, [S.l.], v.9, n.4, p. 272-278, 2004.

MEDEIROS, M. C. I. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil**: estudo de caso em construtoras. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B. O plano da qualidade dos empreendimentos e a engenharia simultânea na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/silviobm/Publica%C3%A7%C3%B5es%20PDF/A0504.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2011.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. Tese (Tese de Livre-docência) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MIKALDO JÚNIOR. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com o uso de TI**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIKALDO JÚNIOR; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?. **Gestão & tecnologia de projetos**, São Carlos, ano 3, v. 3, p. 79-99, 2008.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa Brasileiro de qualidade e produtividade do habitat. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_siac\\_empresas.php](http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_siac_empresas.php)>. Acesso em: 04 abr. 2013.

MITCHELL, A.; FRAME, I.; CODAY, A; HOXLEY, M. A conceptual framework of the interface between the design and construction processes. In: **Engineering, Construction and Architectural Management**, Inglaterra, 2011, v. 18, n. 3, 2011, pp. 297-311.

MOHAMAD, I. M.; BALDWIN, A. N.; YAHYA, K. Application of concurrent engineering (CE) for construction industry. In: MOHAMAD, I. M. (ed.). **Issues in construction industry**. Malásia: UTM Press, 2008, p. 9-24.

NIGHTINGALE, D. J.; MIZE, J. H. Development of a Lean Enterprise Transformation Maturity Model. **Supply Chain Management: An International Journal**, [S.l.], v.3, p. 15-30, 2002.

NORO, G. B.; ABBADE, E. B.; SILUK, J.; BIANCHI, R. C. A maturidade em gestão de projetos das empresas de construção civil de Santa Maria – RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...**

OTHMAN, A. A. E; HASSAN, T. M.; PASQUIRE, C. L. Drivers for dynamic brief development in construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 248-258, 2004.

PANIZZOLO, R.; BIAZZO, S.; GARENGO, P. New product development assessment: towards a normative-contingent audit. **Benchmarking: An International Journal**, [S.l.], v. 17, n. 2 , p. 173-194, 2010.

PEDRINI, M. K. **Engenharia Simultânea**: planejamento e controle integrado do processo de produção/projeto na construção civil. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PEREIRA, M. M. M. **A maturidade em gerenciamento de projetos e sua contribuição para a seleção de projetos de acordo com a estratégia organizacional**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PETRELLA, G. **Maturidade na indústria da construção**. Estudo de caso: HOCHTIEF do Brasil. Trabalho apresentado no IV Seminário Internacional do Project Management Institute, São Paulo, 2004. Disponível em: <[http://www.maturityresearch.com/novosite/index\\_br.html](http://www.maturityresearch.com/novosite/index_br.html)>. Acesso em: 12 fev. 2013.

PRADO, D.; ARCHIBALD, R. **Pesquisa sobre maturidade e sucesso em gerenciamento de projetos na indústria da construção (I.C.): relatório 2010 indústria da construção**. 2011. Disponível em: <[http://www.maturityresearch.com/novosite/2010/downloads/PesquisaMaturidade2010\\_Relatorio-C%20\\_Completo\\_V2.pdf](http://www.maturityresearch.com/novosite/2010/downloads/PesquisaMaturidade2010_Relatorio-C%20_Completo_V2.pdf)>. Acesso em: 21/02/2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Organizational Project Management Maturity Model (OPM)3**: knowledge foundation. Pennsylvania: Project Management Institute Inc, 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 4.ed. Pennsylvania: Project Management Institute Inc, 2008.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE HABITAT. **O PBQP-H**: histórico. Disponível em: < [http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/pbqp\\_historico.php](http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/pbqp_historico.php)>. Acesso em: 09 jul. 2011.

ROBBINS, S. P. **Comportamento organizacional**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANTOS, L. G. C. **Análise da influência da evolução na maturidade em gerenciamento de projetos no desempenho dos projetos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, L. G. C.; MARTINS, M. R. Evoluindo na maturidade em gerenciamento de projetos e empreendimentos - caso do governo do Estado do Rio de Janeiro. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008a, Rio de Janeiro. **Anais...**

SANTOS, L. G. C.; MARTINS, M. R. Análise da influência da evolução na maturidade em gerenciamento no desempenho dos projetos. In: XV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., 2008b, Bauru. **Anais...**

SALGADO, M. S. Projeto integrado – Caminho para a produção de edificações sustentáveis: a questão dos sistemas prediais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC 2008), 12., 2008, Fortaleza. **Anais...** Disponível em: <[www.proarq.fau.ufrj.br/pesquisa/geparq/wp/60.pdf](http://www.proarq.fau.ufrj.br/pesquisa/geparq/wp/60.pdf)>. Acesso em: 08 maio 2011.

SCHEER, S.; CARON, A.M.; ITO, A.L.Y. Tecnologia de informação utilizada por profissional de projetos: um levantamento na cidade de Curitiba. In: NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: NUTAU, 2006.

SERRADOR, Marcos Eduardo. **Sustentabilidade em arquitetura**: referências para projeto. 2008. 267f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Critérios de classificação de empresas - ME – EPP**. Santa Catarina, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

SHOUKE, C.; ZHUOBIN, W.; JIE, L. Comprehensive evaluation for construction performance in concurrent engineering environment. **International Journal of Project Management**, [S.l.], v. 28, n.7 , p. 708-718, 2010.

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

TAVARES JÚNIOR, W.; POSSAMAI, O.; BARROS NETO. Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Disponível em: <<http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A026.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2011.

THE ROLE and mission of the construction client. Estocolmo: ByggherreForum's Working Group for R&D and University Relations, 2006. Disponível em: <[http://www.byggherre.se/documents/Dokument\\_offentliga/Presentationmaterial/06\\_09\\_Eng\\_Byggherrens\\_roll\\_o\\_uppg.pdf](http://www.byggherre.se/documents/Dokument_offentliga/Presentationmaterial/06_09_Eng_Byggherrens_roll_o_uppg.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2012.

TOYOTA. **Toyota production system**. Disponível em: <[http://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/](http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/)>. Acesso em: 07 jun. 2011.

TOYOTA GEORGETOWN. **History**. 2006. Disponível em: <<http://www.toyotageorgetown.com/history.asp>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

TRESCASTRO, M. G. **Diretrizes para segmentação e sequenciamento das atividades no processo de projeto em ambientes simultâneos na construção civil**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VAIDYANATHAN, K.; HOWELL, G. Construction supply chain maturity model – conceptual framework. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15., 2007, Michigan. **Anais...** Michigan: IGLC, 2007.

WINNER, R. I., PENNELL, J. P., BERTREND, H. E. AND SLUSARCZUK, M. M. G. **The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition**. Institute for Defence Analyses, Alexandria, VA, 1988. (IDA Report R-338). Disponível em: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA203615>>. Acesso em: 02 fev. 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2010.



# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Formulário Primeira Entrevista

INFORMAÇÕES GERAIS DO RESPONDENTE
Nome:
Formação profissional:
Cargo/ Função:
Descrição do trabalho:
Tempo de empresa:
Data entrevista:

DADOS DE CONTATO (opcional)
Telefone(s):
E-mail:

INFORMAÇÕES GERAIS DA EMPRESA (continua)
Nome da empresa:
Data de fundação:
Número de funcionários:
Número de empreendimentos em fase de projeto em 2012:
Número de empreendimentos em fase de execução (obra) em 2012:
Número de empreendimentos entregues (2011): Em m <sup>2</sup> :
Número de empreendimentos entregues (2012): Em m <sup>2</sup> :
Local da sede:
Locais de atuação (cidades e/ou bairros):
Ramo de atuação:
( ) incorporação ( ) construção
( ) construção e incorporação ( próp.) ( ) outros:

<b>INFORMAÇÕES GERAIS DA EMPRESA (continuação)</b>	
Tipologia das construções:	
<input type="checkbox"/> residencial unifamiliar	<input type="checkbox"/> residencial multifamiliar
<input type="checkbox"/> comercial	<input type="checkbox"/> industrial
<input type="checkbox"/> outros:	
Qual o padrão de cliente que vocês atendem (em R\$):	
Número total de empreendimentos executados (total):	
Em m²:	
Número de edifícios habitacionais executados (total):	
Em m²:	
Número de edifícios habitacionais em execução:	
Possui certificação ISO?	
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Qual?	
Data da certificação:	
Ano:	
Possui outro tipo de certificação	
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Qual?	
Contrata projetos de terceiros:	
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Quais?	
<input type="checkbox"/> arquitetura (edifícios)	<input type="checkbox"/> estrutura
<input type="checkbox"/> arquitetura (interiores)	<input type="checkbox"/> escoramento
<input type="checkbox"/> instalações lógica	<input type="checkbox"/> instalações ar condicionado
<input type="checkbox"/> impermeabilização	<input type="checkbox"/> alvenaria de vedação
<input type="checkbox"/> revestimento	<input type="checkbox"/> paisagismo
<input type="checkbox"/> controle e combate a incêndio	<input type="checkbox"/> acústica
<input type="checkbox"/> instalações hidro-sanitárias	<input type="checkbox"/> instalações elétricas e SPDA
<input type="checkbox"/> outros:	
Desenvolve projetos internamente:	
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Quais?	
<input type="checkbox"/> arquitetura (edifícios)	<input type="checkbox"/> estrutura
<input type="checkbox"/> arquitetura (interiores)	<input type="checkbox"/> escoramento
<input type="checkbox"/> instalações lógica	<input type="checkbox"/> instalações ar condicionado
<input type="checkbox"/> impermeabilização	<input type="checkbox"/> alvenaria de vedação
<input type="checkbox"/> revestimento	<input type="checkbox"/> paisagismo
<input type="checkbox"/> controle e combate a incêndio	<input type="checkbox"/> acústica
<input type="checkbox"/> instalações hidro-sanitárias	<input type="checkbox"/> instalações elétricas e SPDA
<input type="checkbox"/> outros:	

<b>INFORMAÇÕES GERAIS DA EMPRESA (conclusão)</b>	
Possui compatibilização de projetos?	
( ) sim	( ) não
Se sim:	
( ) externa	( ) interna
<p>Ordenar de 1 a 5 os elementos abaixo de acordo com o ponto de vista da sua organização, sendo 1 para o elemento mais importante no desenvolvimento de um novo empreendimento e 5 para o menos importante (de acordo com o que a empresa faz e com o que ela acredita ser mais importante):</p>	
Antecipação de fases e decisões:	(faz)   (acredita)
Simultaneidade das atividades:	(faz)   (acredita)
Multidisciplinaridade:	(faz)   (acredita)
Integração dos intervenientes:	(faz)   (acredita)
Busca e inserção da qualidade:	(faz)   (acredita)

<b>INFORMAÇÕES PROCESSOS DA EMPRESA (continua)</b>
Há um organograma da empresa?
( ) sim ( ) não
Em caso positivo, pode fornecê-lo? Em caso negativo, pode citar os setores da empresa?
Há um fluxograma ou procedimento formalizado para realização dos empreendimentos (todo)?
( ) sim ( ) não
Em caso positivo, pode fornecê-lo? Em caso negativo, pode citar brevemente como acontece o sequenciamento das atividades/etapas?
Quem participa/quais os envolvidos no processo de concepção do empreendimento? E qual a função de cada setor nesse processo?



<b>INFORMAÇÕES PROCESSOS DA EMPRESA (conclusão)</b>
Quais os principais motivos de alteração nos projetos? Cite no mínimo três.
Quais os principais problemas ocorridos em obra? Cite no mínimo três.
Porque você acha que esses problemas acontecem (em obra)?
Quais os principais problemas ocorridos em obra, devido às falhas/erros/omissões de projeto? Cite no mínimo três.

## APÊNDICE B – Formulário Avaliação de Maturidade ES

SEÇÃO A: ANTECIPAÇÃO DE FASES E DECISÕES (continua)							
		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	O planejamento começa na <u>fase de iniciação</u>						
2	Há um planejamento geral do empreendimento, que contempla, além do cronograma e valores (R\$), a alocação de pessoal e as responsabilidades e funções de cada um						
3	O arquiteto é contratado desde os estudos iniciais, analisando a viabilidade arquitetônica do empreendimento e/ou auxiliando na definição do terreno						
4	Os <u>intervenientes</u> (ex: projetistas, responsável pelo planejamento, orçamentistas, gerente da obra, etc) participam do empreendimento desde a etapa de iniciação/estudos preliminares, fazendo comentários e sugestões						
5	As decisões a respeito das tecnologias, métodos, técnicas construtivas e inovações tecnológicas a serem empregados em um novo empreendimento são tomadas já na <u>fase de iniciação</u>						
6	Há a elaboração de <u>projetos para produção</u> (esquadrias, vedações, etc)						
7	O <u>programa</u> (resumo das características básicas do empreendimento) é estabelecido no início de cada empreendimento						
8	Os projetos são concluídos antes do início da obra						
9	A estratégia dos produtos e da empresa estão alinhadas, ou seja, os empreendimentos contribuem para alcançar os objetivos/plano da empresa						
10	É feita <u>análise de risco</u> ainda na fase de iniciação de um empreendimento, ou seja, as atividades críticas são identificadas e têm seus parâmetros definidos no início do empreendimento						
11	É desenvolvido um <u>plano de aquisições</u> (o que contratar/comprar e quando) para cada empreendimento						

SEÇÃO A: ANTECIPAÇÃO DE FASES E DECISÕES (conclusão)						
	Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
12						
13						
14						
15						
16						
17						
Comentários:						

**SEÇÃO B: SIMULTANEIDADE DAS ATIVIDADES**

		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Toda <u>equipe do empreendimento</u> (ex: orçamento, planejamento, obra, etc) analisa os projetos						
2	Os projetos das distintas especialidades são desenvolvidos simultaneamente						
3	Processo e subprocessos (ex: planejamento, orçamentos, marketing, etc) são realizados tão simultaneamente quanto possível						
4	Apenas após a elaboração do projeto detalhado de arquitetura é que se tem início a elaboração dos demais projetos						
5	Processos e iniciativas para racionalização da construção são considerados na elaboração dos projetos (ex: padronização, modulação, vãos adaptado ao tamanho dos blocos, etc)						
6	O material de marketing é lançado após a aprovação dos projetos nos órgãos públicos						
7	A cada etapa da obra o gerente da obra retroalimenta e registra as alterações de projeto e de planejamento						
8	Havendo necessidade de alteração nos projetos durante a obra, essas decisões/alterações são tomadas com a participação da equipe de projeto						
9	Os projetistas, após a entrega dos projetos, acompanham o desenvolvimento da obra (com visitas técnicas e/ou reuniões periódicas)						

Comentários:


**SEÇÃO C: MULTIDISCIPLINARIDADE (continua)**

		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	O planejamento geral do empreendimento (de tudo, considera a fase de projetos, compras, obras, etc) conta com a participação de todos os intervenientes						
2	Há formação de equipes de desenvolvimento para cada empreendimento com representantes de cada setor (ex: qualidade, planejamento, etc)						
3	Há um coordenador/gerente geral do empreendimento que conecta as distintas áreas envolvidas na elaboração de um novo empreendimento, além de controlar, organizar, dirigir e planejar todo o processo de desenvolvimento do empreendimento (liga todas as áreas)						
4	Há um coordenador de projetos, responsável por gerenciar as diferentes especialidades de projeto envolvidas no empreendimento						
5	As reuniões para discussão e análise das propostas e projetos do empreendimento contam com a participação ativa de todos os <u>intervenientes</u> envolvidos no empreendimento (ex: equipe de obras, fornecedores, etc), que contribuem com suas experiências nas decisões projetuais						
6	Há troca de informação e integração entre os projetistas (ex: reuniões, troca de arquivos, e-mails, etc) para discussão do empreendimento						
7	O resultado da pesquisa de satisfação feita nos empreendimentos entregues é analisado pela equipe que participou do desenvolvimento do empreendimento						
8	É comum que a ocorrência de interferência entre as distintas especialidades impliquem obra, etc)						

<b>SEÇÃO C: MULTIDISCIPLINARIDADE (conclusão)</b>							
		<b>Sempre</b>	<b>Geralmente</b>	<b>Às vezes</b>	<b>Raramente</b>	<b>Nunca</b>	<b>Comentários</b>
9	O material de marketing passa por uma análise crítica, feita por outras equipes envolvidas no empreendimento (ex: equipe de projeto, de orçamento, etc), e compatibilização com os projetos, antes de ser lançado						
10	Todos os projetos apresentam pilares e alvenarias compatíveis (na mesma posição e espessura) com os projetos estruturais e de vedação/alvenaria						
11	No caso de personalização de unidade a empresa, ou terceiros contratados por ela se responsabilizam por compatibilizar os projetos propostos com o restante da edificação (projetos padrão/originais)						
Comentários:							

SEÇÃO D: INTEGRAÇÃO DOS INTERVENIENTES							
		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	O empreendimento possui diretrizes, proposta e estratégia claras, ou seja, são conhecidas e não suscitam dúvidas ao serem apresentadas à equipe						
2	Todos os <u>intervenientes externos</u> (ex.: projetistas, fornecedores de materiais, etc) a empresa recebem formalmente (ex: treinamentos, manual de orientação, etc) informações relativas aos padrões e técnicas construtivas da empresa						
3	Os projetistas realizam treinamentos/reuniões para explicar os projetos à equipe de execução						
4	Há uma comunicação livre e direta (sem barreiras e dificuldades) entre os participantes do empreendimento (membros e não membros da construtora), que ocorre continuamente ao invés de apenas em pontos-chave do processo						
5	Os canteiros de obras encontram-se conectados à rede da empresa com o mesmo uso e possibilidade de TI existentes no escritório/sede						
6	A <u>biblioteca/banco de dados</u> de soluções projetuais é disponibilizada aos projetistas parceiros						
7	O acompanhamento da obra pelos projetistas é uma atividade ocasional, que só acontece quando há necessidade de alguma alteração/modificação nos projetos						
8	Os projetistas são retroalimentados (ex: feedbacks, "as built") a respeito das alterações ocorridas em obra						
9	Há um sistema padronizado de nomenclatura de arquivos que permite a fácil e rápida identificação das diversas informações (ex: projetos, planilha de custos, etc) geradas						

SEÇÃO D: INTEGRAÇÃO DOS INTERVENIENTES							
		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
10	A troca de informações entre os <u>intervenientes</u> é facilitada pelo uso de <u>ferramentas computacionais</u> (ex: disponibilização dos projetos on-line, teleconferências, e-mails, etc)						
11	As diversas informações e arquivos do empreendimento (ex: programa, planejamento, projetos, orçamentos, etc) ficam disponíveis aos <u>intervenientes internos</u> , que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento						
12	As diversas informações e arquivos do empreendimento (ex: programa, planejamento, projetos, orçamentos, etc) ficam disponíveis aos <u>intervenientes externos</u> , que podem acessá-las a qualquer momento do desenvolvimento						
13	Os funcionários trabalham em rede, minimizando a reinserção de informações e os erros						
14	Todas as informações são registradas e disponibilizadas, seja em meio físico ou em meio eletrônico						
15	Existem sistemas dentro da organização (ex: Agentes Inteligentes, BIM, etc) que atualizam os arquivos e informam automaticamente todos os membros das equipes da ocorrência de mudanças durante o processo						
16	As informações de uma etapa a outra são passadas de uma maneira formal (documentada) aos intervenientes da próxima etapa						
Comentários:							

**SEÇÃO E: BUSCA E INSERÇÃO DA QUALIDADE**

		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Há tempo suficiente para o desenvolvimento de cada <u>etapa do empreendimento</u> (ex: para realizar o orçamento, planejamento, etc)						
2	Há controle de revisão, de alteração e da distribuição dos projetos no escritório e em obra, tanto em meio físico, quanto em meio eletrônico						
3	Os problemas enfrentados durante o empreendimento são registrados e monitorados, de forma a servirem como referencial futuro e para melhoria do processo						
4	Os <u>intervenientes externos</u> (ex: projetistas, fornecedores, etc) são avaliados periodicamente em função do respeito às normas e padrões construtivos da empresa, bem como pelo desempenho do projeto e satisfação dos usuários						
5	Os critérios para avaliação dos projetos/ projetistas/ fornecedores/ obra são claros e de conhecimento dos envolvidos						
6	Os novos empreendimentos são definidos com base em informações sólidas (ex: pesquisa de mercado, avaliações pós-ocupação, etc)						
7	As modificações realizadas em projeto, em geral, implicam em custos adicionais ao empreendimento						
8	Todas as normas, processos e procedimentos são documentados						
9	O processo de projeto é formalizado na empresa (ex: possui fluxograma, agentes definidos, etc)						
10	Os trabalhadores recebem treinamento e capacitação periodicamente						
11	São realizadas avaliações nas edificações entregues (ex: pós-ocupação, de satisfação)						
12	São usados métodos formais (ex: atas, <i>checklists</i> , etc) para captação e registro das informações necessárias ao desenvolvimento dos projetos						

SEÇÃO E: BUSCA E INSERÇÃO DA QUALIDADE							
		Sempre	Geralmente	Às vezes	Raramente	Nunca	Comentários
13	Todos os documentos gerados durante a elaboração de um empreendimento são devidamente identificados e armazenados						
14	A cada recebimento de projeto é feita uma análise crítica da proposta apresentada, onde são analisados o atendimento aos requisitos e dados de entrada fornecidos						
15	Existem critérios e procedimentos para a verificação final da obra e para sua entrega ao cliente						
16	Ao final do empreendimento os desvios entre o planejado e o executado são analisados e são identificadas as suas causas						
17	Os projetistas avaliam o resultado final do empreendimento (da obra)						
18	Há alterações entre o que é proposto no material de marketing e o produto final (ou seja, o material de marketing nem sempre representa o produto final)						
19	O planejamento é revisado periodicamente						
20	Os <u>clientes externos</u> são considerados durante todo o desenvolvimento do empreendimento						
21	Os <u>clientes internos</u> são considerados durante todo o desenvolvimento do empreendimento						
22	Procedimentos e processos padronizados e similares (ex: de alocação de recurso, planejamento, etc) são seguidos em todos os empreendimentos						
23	São feitas revisões periódicas nos procedimentos e processos do empreendimento, de forma a melhorar e otimizar o processo (ex: eliminar atividades que não agregam valor)						
24	A empresa sempre busca melhorias nas tecnologias utilizadas (ex: computadores, equipamentos de obra, softwares, etc)						

SEÇÃO E: BUSCA E INSERÇÃO DA QUALIDADE							
		Sempre	Na maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
25	Na finalização da obra é realizado um projeto " <i>as built</i> " que é entregue aos proprietários e condomínio						
26	Paralelo ao desenvolvimento da obra é elaborado um manual de uso e manutenção do edifício, contendo as informações importantes relativas aos cuidados e garantias da edificação, que é entregue a cada proprietário						
Comentários:							

<b>SEÇÃO F: ENGENHARIA SIMULTÂNEA</b>	
1	Você sabe o que é Engenharia Simultânea?
	( ) sim ( ) não
1.1	Se sim, pode definir o que é:

## APÊNDICE C – Glossário

### GLOSSÁRIO

Antecipação de fases e decisões: trazer para o início do empreendimento as tomadas de decisões.

Análise de risco: significa identificar, qualificar e quantificar todas as anomalias que podem provocar problemas (de tempo, de custo, entre outros) para a execução do empreendimento conforme o planejamento original. A fase final de uma análise de risco constitui a elaboração de um plano de ação com contramedidas para atenuar ou neutralizar os riscos identificados.

Banco de dados: são programas que reúnem e gerenciam dados e informações, classificando e organizando-os de forma a terem sentido. Podem armazenar desde projetos, a planilhas, atas, arquivos de *excel* e etc. Na pesquisa, o termo banco de dados tem o sentido de descrever a formação e manutenção de uma base de conhecimentos da organização.

Busca e inserção da qualidade: considerar qualidade para todos os intervenientes

Cientes (externos e internos): um empreendimento da construção civil possui clientes externos e internos. Clientes externos são, em geral, os consumidores finais, enquanto os internos são aqueles que fazem parte do processo, mas em algum momento dependem do produto de outras áreas para realizar suas atividades, por exemplo, a obra é cliente dos projetos.

Etapas de projeto: um projeto conta com uma série de etapas até chegar ao seu produto final, assim pode-se definir as seguintes etapas em um projeto: estudo preliminar (proposta), anteprojeto (configuração final da proposta), projeto legal (proposta detalhada de acordo com as exigências dos órgãos públicos), projeto executivo (detalhamento do anteprojeto, com os elementos necessários – memorial, etc- a execução da obra), projeto para produção (a definição em projeto das sequências e métodos de execução de determinadas etapas críticas da obra).

Etapas/fases do empreendimento: de acordo com o PMI, todos os projetos podem ser divididos de acordo com as seguintes fases: iniciação, planejamento, execução, encerramento e monitoramento e controle.

Fase de iniciação: em um negócio de construção civil, poderíamos definir como fase de iniciação aquela e que são definidas as características do mercado, feitas a concepção do negócio e a definição do produto, incluindo as atividades necessárias para isso, como por exemplo, procura e definição do terreno, entre outras.

Ferramentas computacionais: são programas que permitem a execução de tarefas e comunicação entre os diversos intervenientes, como a disponibilização dos projetos on-line, teleconferências, e-mails, etc.

Integração dos intervenientes: apropriada comunicação e troca de informações entre os intervenientes

Intervenientes (equipe do empreendimento): são todos os envolvidos no processo do empreendimento, são os representantes de todas as áreas e disciplinas, incluindo os clientes, projetistas, sub-empiteitos, fornecedores de materiais, entre outros. Essa equipe é responsável por todo processo de desenvolvimento do empreendimento.

Intervenientes externos: são aqueles intervenientes que não são funcionários diretos da empresa, como por exemplo, os fornecedores de materiais, ou projetistas contratados.

Intervenientes internos: são aqueles envolvidos no processo de empreendimento que são contratados diretos da empresa construtora, possuem vínculo empregatício com a construtora, em geral são os diversos funcionários dos setores da empresa.

Multidisciplinaridade: participação de pessoas de diferentes áreas/formações trabalhando coordenadamente no empreendimento

Plano de aquisições: é o que contratar/comprar, quando e quanto e como fazer isso, realizado de acordo com as características de cada empreendimento

Programa: resumo das características básicas do empreendimento

Projeto para produção: de acordo com Melhado (1994) é “conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora”.

Projeto “as built”: é um projeto realizado após a execução da obra, onde todas as medidas são aferidas e com base nessas medidas aferidas é feito um projeto que represente a situação real edificação, deve representar fielmente o objeto construído.

Simultaneidade das atividades: realizar atividades em paralelo.

## **APÊNDICE D – Caracterização detalhada das Construtoras**

### **Empresa A**

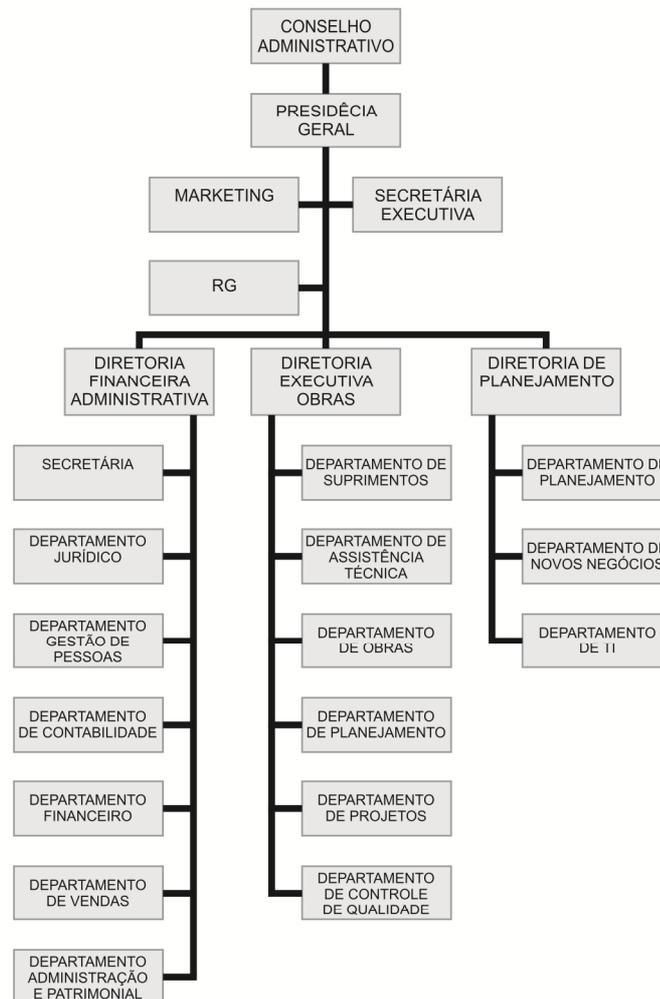
A empresa em questão foi fundada em 1981, possuindo atualmente 32 anos de mercado. Está sediada em Vila-Velha, atuando nos municípios de Vitória, Vila-Velha Serra e Guarapari. Seu ramo de mercado é o de construção e incorporação, sendo que todas suas obras são realizadas no sistema de condomínio fechado, trata-se de uma empresa com PBQP-H nível A e ISO 9001, obtida em 2001.

Atualmente a empresa conta com 1100 funcionários, o que, de acordo com a caracterização do SEBRAE ([s.d.]), classifica-a como uma empresa de grande porte. Trabalha apenas com construções comerciais e residenciais multifamiliares e durante seu tempo de mercado já entregou 46 empreendimentos, dentre os quais 38 foram habitacionais, ou seja, seu perfil se encaixa perfeitamente na presente pesquisa. Em relação ao padrão dos seus empreendimentos, este foi caracterizado como médio e alto. À época da entrevista, fim de 2012, a empresa possuía 19 empreendimentos em fase de projeto e 11 edifícios habitacionais em execução, sendo que outros quatro empreendimentos já haviam sido entregues no mesmo ano. O respondente possuía oito anos de empresa, formação de arquiteto e urbanista e desempenhava a função de arquiteto, onde trabalhava com especificações, detalhamentos, compatibilização de projetos e acompanhamento de obra. Ele descreveu que a contratação e de projetos, a grande maioria é contratada de terceiros, entretanto alguns projetos, no caso os de arquitetura, arquitetura de interiores e revestimento, são executados internamente, bem como a compatibilização, que é feita pela equipe do Departamento de Projetos.

### **Estrutura Organizacional**

Em relação à estrutura organizacional da empresa A, considerando a classificação de Robbins (2006), pode-se dizer que ela é funcional, pois os departamentos são agrupados de acordo com as funções que desempenham, centralizada, pois as decisões são tomadas pelos funcionários de mais alto escalão e passada aos demais, e levemente hierarquizada, pois apresenta uma amplitude de controle média de quatro níveis, conforme pode ser observado na figura 1.

Figura 1 – Organograma empresa A



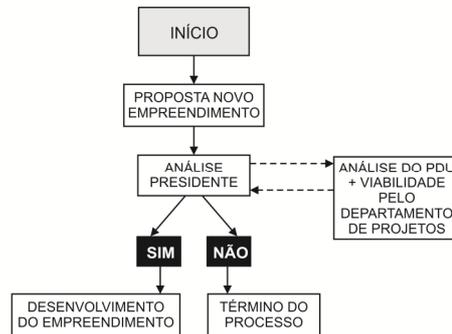
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

Na empresa A, o processo de um novo empreendimento pode começar de algumas formas diferentes, mas todas elas passam pelo mesmo sistema (Figura 2). Primeiro a proposta passa pela análise da Presidência, havendo necessidade, esta solicita análises e estudos para o Departamento de Projetos, que retorna às informações necessárias a Presidência. De posse dessas análises a Presidência define então se vai desenvolver ou não o empreendimento.

Foram relatados que os principais problemas dessa fase são gerados por questões relativas à documentação, seja dos proprietários ou dos terrenos.

Figura 2 – Fluxograma iniciação empresa A



Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização do Processo de Projeto

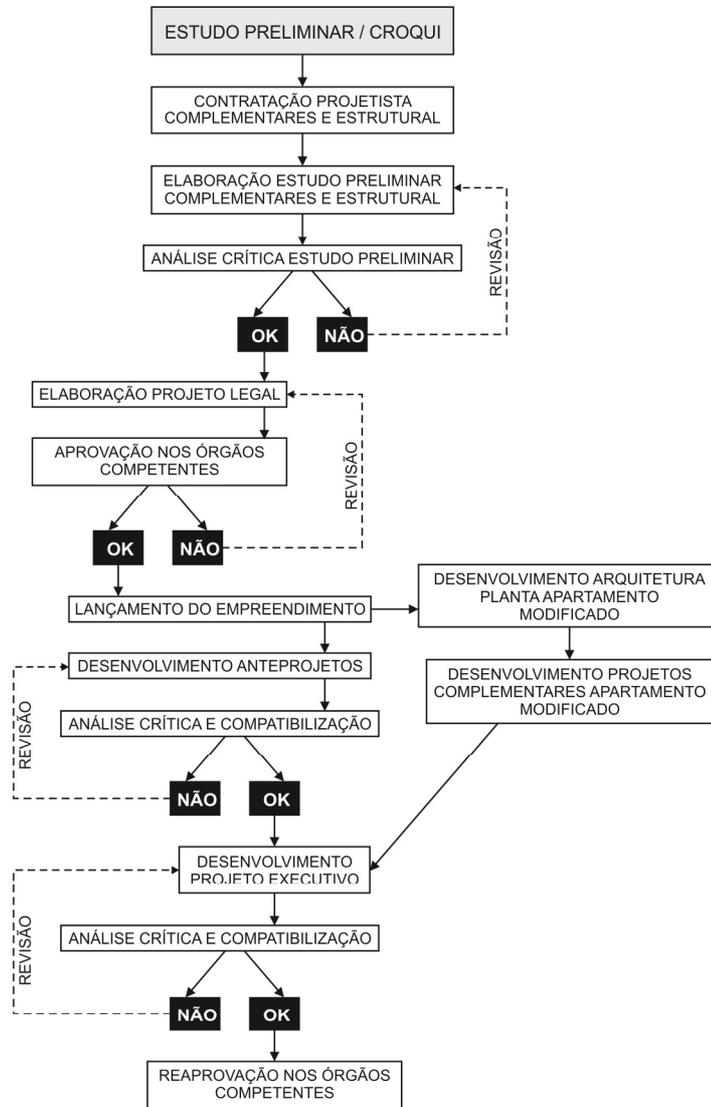
O processo de projeto se inicia com o encaminhamento do estudo preliminar de arquitetura para o setor de projetos. A partir daí tem-se uma série de etapas, conforme figura 3, onde se sucedem ciclos de elaboração de projetos, análises e revisões, até chegar à proposta final dos projetos executivos. Daí, havendo necessidade, há a reaprovação de projetos nos órgãos competentes. Em relação ao planejamento desta etapa, ela depende da estratégia e data de lançamento definidos pela diretoria, em cima dos quais a equipe de projeto faz seu plano de trabalho.

Durante o processo de projeto a comunicação com os intervenientes acontece de através de reuniões presenciais e e-mails. Os e-mails são o principal meio de contato, pois as reuniões presenciais acontecem de acordo com a necessidade e momento, por exemplo, quando há uma interferência muito grande entre os projetos e precisa que a solução seja definida em conjunto.

A análise dos projetos ocorre em cada fase, onde é preenchido um formulário padrão com as observações e este é encaminhado ao projetista, para que realize as adequações necessárias, nessa análise participam o departamento de projetos, como também o supervisor de obras e o engenheiro que será responsável pela execução da obra. Esse formulário é devolvido ao setor junto com a revisão do projeto, nele há a disposição do projetista sobre as alterações, se atendeu ou não as solicitações e, em caso negativo, porque não foram realizadas. Esses projetos

revisados passam também por uma nova análise baseada no *check list*<sup>8</sup> de verificação de projeto.

Figura 3 – Fluxograma projetos empresa A



Fonte: arquivo pessoal

Quando questionado sobre os principais motivos de alteração dos projetos o respondente identificou necessidade de adaptações do projeto arquitetônico aos complementares, imprevistos na fase de execução e necessidade de adequação de projetos/empreendimentos já em desenvolvimento a novas demandas de mercado.

<sup>8</sup> Corresponde a uma lista com os principais itens que devem ser verificados, que varia de acordo com a especialidade do projeto.

Outra questão colocada diz respeito aos problemas ocorrido em obra em função dos projetos. Aqui os problemas identificados foram o retrabalho e dificuldades de execução. Esses, segundo o entrevistado, são desencadeados pela não observação dos projetos pelos funcionários de obra durante a execução, pela pobre análise crítica por parte da obra durante o processo de elaboração do projeto, levando a identificação de melhorias durante a execução, e, às vezes, pelo tempo disponível para análise ser reduzido, fazendo com que problemas que poderiam ser resolvidos em projeto sejam identificados apenas no momento da execução.

### **Empresa B**

Com 24 anos de mercado a empresa B trabalha com uma variedade de empreendimentos, construindo principalmente empreendimentos residenciais multifamiliares, além de edificações comerciais e hotéis. Ela atua fazendo a incorporação e construção de seus empreendimentos, mas também constrói para terceiros, apesar de ser um ramo de trabalho de menor voluta.

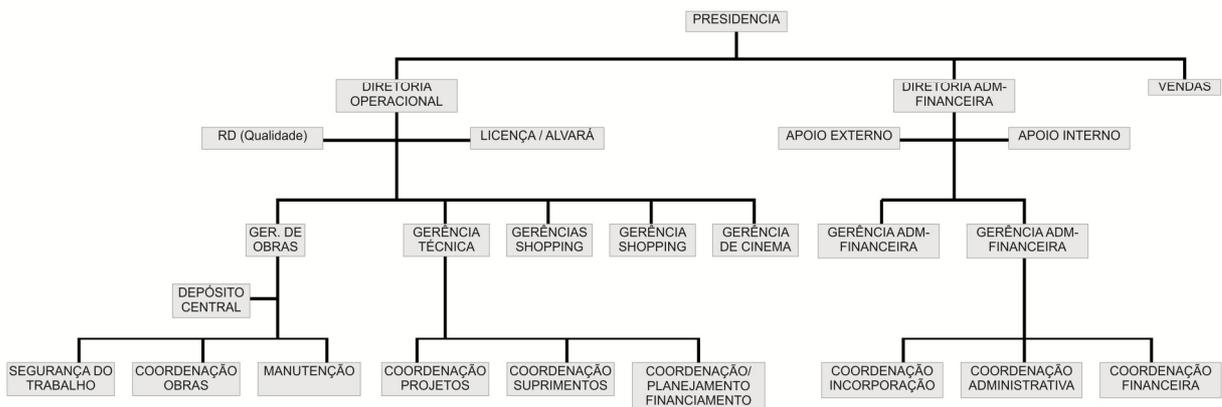
Durante sua vida já executou 59 empreendimentos, dos quais 49 foram residenciais multifamiliares. Na época da primeira entrevista, setembro de 2012, a empresa B não havia entregado nenhum empreendimento no ano, embora existissem no mesmo período 11 em fase de execução, dos quais nove eram habitacionais, e dez em fase de projeto. Seu público alvo é a classe média e alta e seus locais de atuação são variados, com empreendimentos executados/em execução no Espírito Santo, em Vitória, onde se localiza a sede, Vila Velha, Cachoeiro de Itapemirim, Aracruz, e nas capitais dos estados do Rio de Janeiro e Goiás. Para atender a essa grande variedade de empreendimentos e locais de atuação, a empresa trabalha muito com empreiteiros, contando com 98 funcionários diretos, o que a caracteriza como de pequeno porte. É uma companhia com certificação ISO 9001, desde 1998, e com PBQP-H nível A.

Com exceção dos projetos de arquitetura, de interiores e de revestimentos, os demais são terceirizados, já a compatibilização, como dito anteriormente, é uma responsabilidade do coordenador de projetos, sendo desenvolvida internamente na empresa.

## Estrutura Organizacional

A empresa B possui a estrutura organizacional definida de acordo com a figura 4. Trata-se de uma estrutura funcional, uma vez que os departamentos se dividem de acordo com as funções desempenhadas, com uma média amplitude de controle, ou seja levemente hierarquizada, pois existem quatro níveis de trabalho e pouco centralizada, pois grande parte das decisões é tomada nos níveis de presidência, diretoria, gerência e coordenação.

Figura 4 – Organograma empresa B



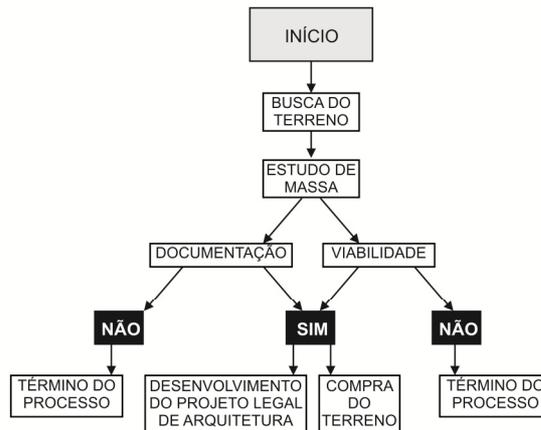
Fonte: arquivo pessoal

## Caracterização da Fase de Iniciação

A fase de iniciação tem início com a busca por um terreno, que é feita pelo setor de marketing conjuntamente com o presidente da empresa. Definido o terreno entra em ação o setor de projeto que faz o estudo de massa, identificando o que é possível de ser construído no terreno. O resultado desse estudo é analisado pelo setor de venda e pelo presidente. Passa-se então ao estudo de viabilidade, que é elaborado pelo setor de planejamento, e análise da documentação, responsabilidade da área administrativa-financeira, se esse dois elementos não apresentarem problemas, prossegue-se com o desenvolvimento do empreendimento, há a compra do terreno e tem-se início o desenvolvimento do projeto legal de arquitetura. Todo esse processo é apresentado no fluxograma da figura 5.

Os principais problemas relatados nessa fase dizem respeito à documentação do terreno e do proprietário, às negociações com o dono do terreno, à legislação/PDU e ao tipo de solo/terreno que muitas vezes acabam inviabilizando o negócio.

Figura 5 – Fluxograma iniciação empresa B



Fonte: arquivo pessoal

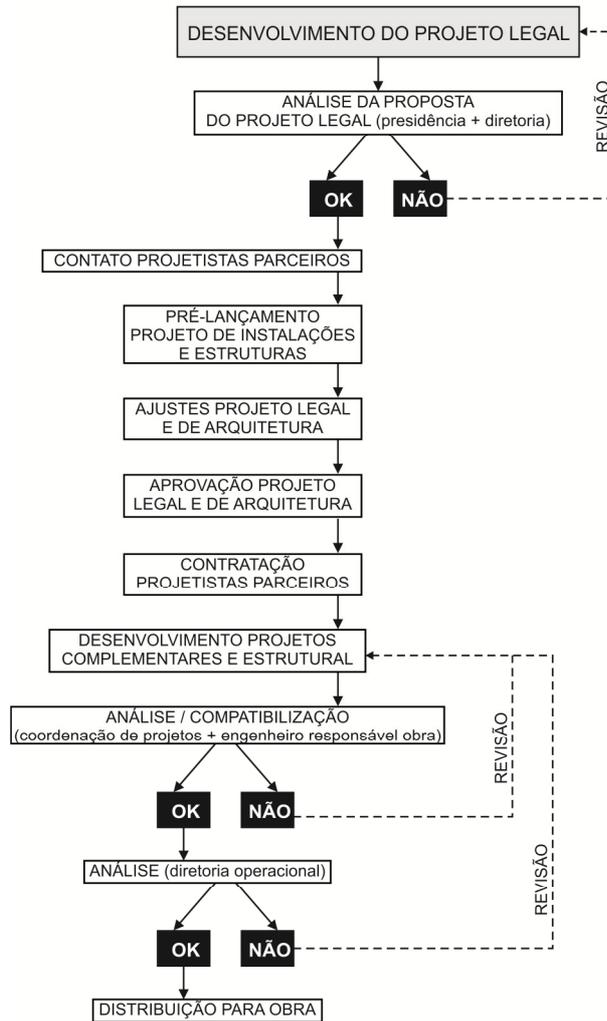
### Caracterização do Processo de Projeto

Em relação ao processo de projeto, ele segue o processo de iniciação, ou seja, tem-se o desenvolvimento do projeto legal de arquitetura, que é analisado pelo presidente e pela diretoria (Figura 6). Estando conforme, é feito um contato com os projetistas parceiros, que fazem um pré-lançamento e em cima desse pré-lançamento ajustes são feitos no projeto legal arquitetônico. Esse projeto segue para aprovação na prefeitura e em seguida os projetistas parceiros são contratados. Os projetos complementares e de estrutura são então desenvolvidos e é feita a análise e compatibilização de todos os projetos, que sofrendo os devidos ajustes passam a uma segunda etapa de análise, pelo diretor operacional. Quando devidamente ajustados esses projetos são distribuídos para a obra, finalizando a fase de projeto.

O relacionamento entre os envolvidos no processo de projeto é feito majoritariamente através de e-mail, mas reuniões, contato por telefone, *check lists* também são usados. Vale a pena dizer que as reuniões são mais expressivas até a aprovação do projeto arquitetônico, depois elas ainda acontecem, mas em menor frequência.

As análises de projeto e compatibilizações, conforme evidenciado no fluxograma da figura 6, ocorrem principalmente em três momentos. Nessas ocasiões os projetos são analisados pelo coordenador de projetos e também pelo responsável da obra e na última análise, uma verificação final é feita pelo diretor operacional. Os projetos são verificados com auxílio de *check lists* e quando necessárias reuniões com os projetistas são realizadas.

Figura 6 – Fluxograma projetos empresa B



Fonte: arquivo pessoal

Sobre os maiores problemas de obra, junto com a baixa qualidade da mão-de-obra e atrasos devido ao não cumprimento do prazo de entrega dos materiais pelos fornecedores, aparecem os retrabalhos e modificações em obras devido aos projetos. Segundo o respondente esse problemas de projeto ocorrem devido a interferências entre eles que não são captadas nas análises e também por causa das modificações de clientes, que criam mudanças que saem do padrão da obra e muitas vezes apresentam projetos incompletos, gerando dúvidas na sua execução. Quando questionado sobre os principais problemas ocorridos em obra devido aos projetos, aparece aqui a questão do retrabalho e de atrasos, novamente devido aos projetos modificados pelos clientes (personalização da unidade) e a falhas na compatibilização. Nas razões para alteração dos projetos também aparece a compatibilização, ou seja, mesmo ela acontecendo problemas ainda são transmitidos a obra, onde se destacam interferências entre projeto estrutural e

arquitetônico e revisões dos projetos de instalações para adequação aos padrões e métodos construtivos da empresa. Outros motivos identificados foram modificações para incorporar melhorias/novas tendências de mercado para a área de lazer e alterações para redução de custos.

### **Empresa C**

A empresa C faz em 2013, 13 anos de mercado. Sediada em Vila-Velha, atua neste município, principalmente nos bairros de Itaparica, Itapoã e Praia da Costa, e na cidade de Vitória, no bairro de Jardim Camburi. Seu principal ramo de mercado é o de incorporação-construção no sistema de condomínio fechado, atuando também, em menor escala, na construção para terceiros. Trata-se de uma empresa com PBQP-H nível A e ISO 9001, datada de 2008.

De acordo com a classificação desta pesquisa (SEBRAE, [s.d.]), caracteriza-se como uma indústria de médio porte, com 430 funcionários à época da entrevista. Durante sua vida útil já executou 14 empreendimentos, dos quais todos são edifícios residenciais multifamiliares, sendo esta a única tipologia de obras que desenvolve. No fim de 2012, a construtora já havia entregado dois empreendimentos, possuindo ainda 12 em execução e dois em fase de projeto. O público-alvo dos empreendimentos da construtora C são as classe média e alta.

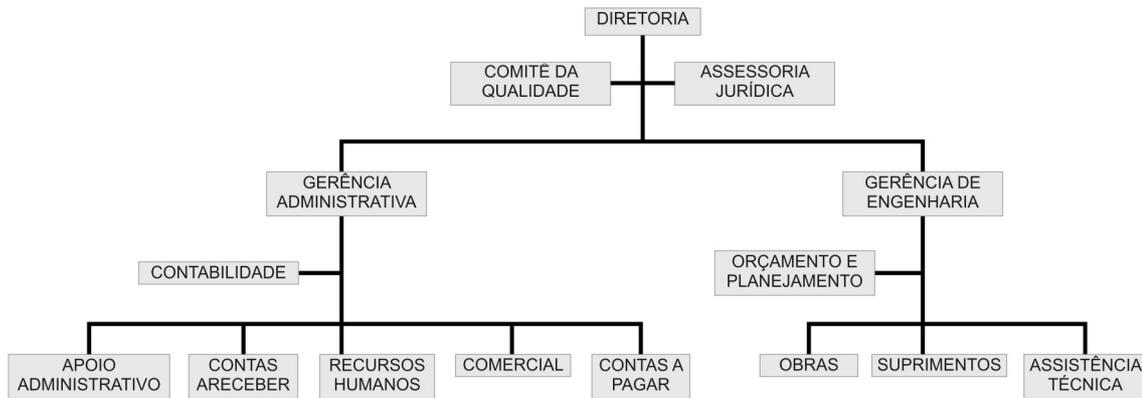
Em relação ao entrevistado, ele é engenheiro civil e já estava na empresa há oito anos, como gerente de engenharia, onde é a pessoa responsável por acompanhar os empreendimentos nos quesitos físico-financeiro e coordenar as equipes de engenharia nas áreas técnicas e de obras, envolvendo também discussões de projetos e análises críticas dando suporte aos engenheiros das obras. Quanto aos projetos, a grande parte desses é terceirizada, com exceção dos projetos de revestimento e alvenaria de vedação que, da mesma forma que a compatibilização de projetos, são feitos na própria empresa.

### **Estrutura Organizacional**

A estrutura organizacional da empresa C é apresentada na figura 7. Observando a figura e através das informações colhidas ela pode ser considerada pouco hierarquizada, com uma amplitude de controle baixa em três níveis, pouco centralizada, pois as decisões em relação a um empreendimento são tomadas no

nível gerencial e setorial, e funcional, pois os departamentos estão agrupados em funções similares.

Figura 7 – Organograma empresa C



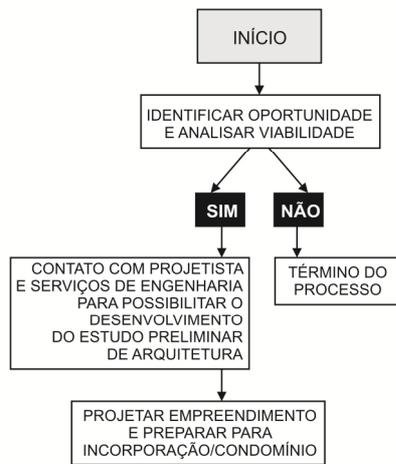
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

Como a empresa C trabalha de duas formas diferentes, a depender do sistema em que a obra será executada, se for incorporação e construção o processo ocorre de acordo com o apresentado na figura 8, se for apenas construção, segue-se o apresentado na figura 9. Basicamente, a iniciação do empreendimento é realizada pela diretoria da empresa, o diretor técnico e o financeiro analisam a viabilidade ou requisitos, fazem os contatos com os potenciais parceiros e fecham o negócio. É interessante ressaltar que os projetistas parceiros são contatados neste momento, participando desde a etapa de iniciação. A participação de outros setores é restrita, por exemplo, o setor de engenharia atua caso seja necessário dirimir eventuais dúvidas técnicas. O prazo total de execução do empreendimento também é decidido pela diretoria nesta etapa.

Foram relatados que os principais problemas dessa fase são gerados por questões relativas à documentação, ou seja, ao desimpedimento legal do terreno, seja dos proprietários ou dos terrenos e pelas alterações e limitações do Plano Diretor Urbano (PDU).

Figura 8 – Fluxograma iniciação para incorporação-construção empresa C



Fonte: arquivo pessoal

Figura 9 – Fluxograma iniciação para construção empresa C



Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização do Processo de Projeto

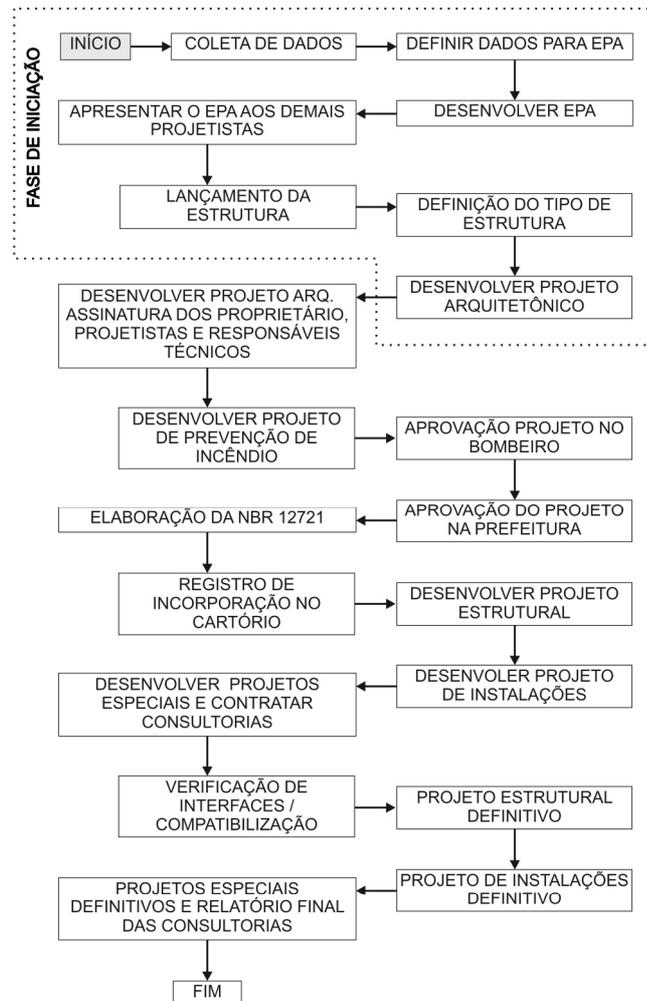
O processo de projeto (Figura 10) começa já na fase de iniciação, onde as informações são passadas ao projetista de arquitetura, que elabora um estudo preliminar, que, por sua vez, é apresentado aos projetistas parceiros, que fazem algumas considerações. Há a definição do tipo de estrutura e o arquiteto desenvolve seu projeto incorporando as considerações feitas pelos projetistas complementares e o lançamento estrutural.

Seguido a isso os projetistas complementares são contratados pelos gerentes das obras e iniciam o desenvolvimento dos seus projetos. A cada entrega de projetos, esses são analisados pelo gerente da obra em cima do *check list* de análise crítica, havendo necessidade de alterações essas são solicitadas aos projetistas por meio de e-mails e, em alguns casos, através de reuniões presenciais. Realizadas as alterações os projetos passam por esse mesmo processo, até atenderem as demandas.

Aqueles projetos que necessitam de aprovação são encaminhados e aprovados por seus órgãos competentes, em paralelo ao desenvolvimento dos demais projetos. A análise dos projetos pelos órgãos competentes aparece como ponto problemático do processo, pois, segundo o entrevistado, sempre demoram muito. Os projetos passam ainda por um processo de compatibilização e apenas após a análise das interferências e adequação das propostas é que são elaborados os projetos complementares, de instalações e especiais definitivos.

A comunicação durante todo o processo acontece principalmente por e-mails e também através de reuniões presenciais, quando necessárias. O gerente de engenharia também participa do todo processo, pois ele é o responsável por avaliar o desempenho dos projetistas, seja em termos de prazo ou qualidade.

Figura 10 – Fluxograma projetos empresa C



Fonte: arquivo pessoal

As alterações do PDU também foram apontadas como um problema do processo de projeto, pois às vezes “[...] o Plano Diretor ele pode te forçar a ter uma modificação drástica num prédio” (Respondente C). Outro elemento que gera modificações nos projetos é a alteração de tecnologia, que é quando uma nova tecnologia aparece e pode ser usada visando a melhoria do empreendimento. E um terceiro motivo de mudanças são as fundações, que em algumas situações a sua execução acaba sendo inviável e exigindo a alteração dos projetos.

Na identificação dos principais problemas ocorridos em obra, a interferência entre projetos, principalmente em relação ao hidrossanitário, foi apontada como geradora

de retrabalhos, sendo exposto como sua causa o fato de que alguns problemas não são enxergados durante a compatibilização. Quando questionado sobre os principais problemas ocorridos em obra em função dos projetos, foram indicados ajustes e retrabalhos, devido a interferências das instalações elétricas com a estrutura, das instalações hidrossanitárias com os elementos de acesso, em especial as rampas, e a alterações demandadas pela legislação/vistoria do Corpo de Bombeiros.

### **Empresa D**

No mercado desde 1995, a empresa D trabalha com empreendimentos comerciais e residenciais multifamiliar, localizados em sua maioria nos bairros da Praia do Canto, Bento Ferreira e Mata da Praia, em Vitória. Possui certificação ISO 9001, desde 1998, e PBQP-H nível A, e seu ramo de atuação restringe-se a construção e incorporação próprios.

Na época da entrevista a construtora contava com 104 funcionários diretos, podendo ser considerada como uma empresa de médio porte (SEBRAE, [s.d.]). Nesse mesmo período, meados de 2012, possuía três empreendimentos em fase de projeto, dois comerciais e um habitacional, e um residencial multifamiliar em execução. Nos seus 18 anos de atuação executou 20 empreendimentos voltados para as classes média e alta, dos quais 16 foram habitacionais. Seu público-alvo são pessoas da classe média a alta.

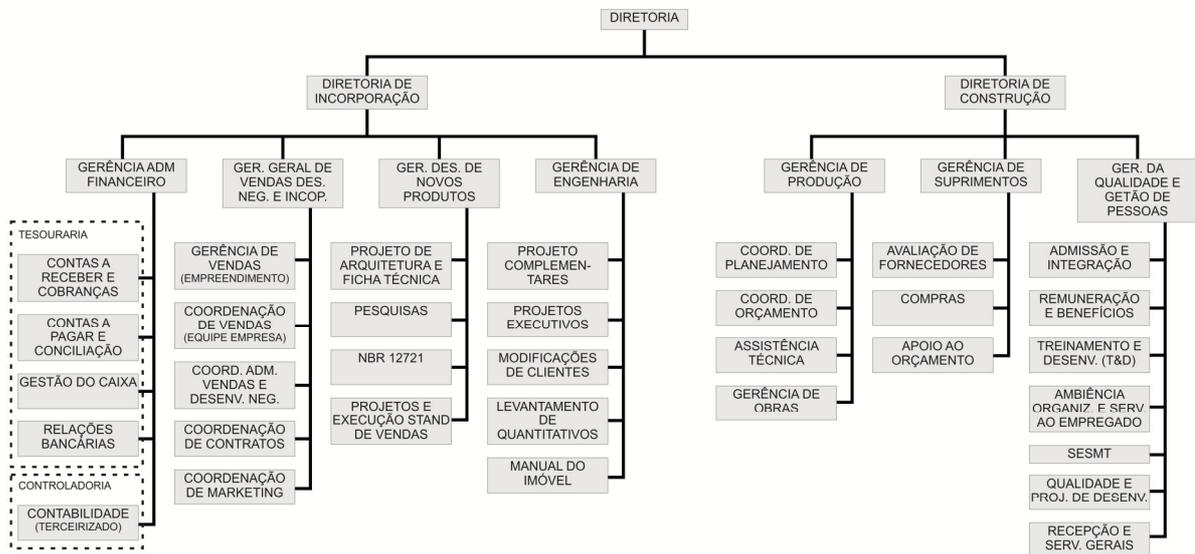
Sobre o perfil do respondente, deve-se dizer que é formado em engenharia e estava na empresa há 16 anos, onde desempenhou variadas funções até chegar à ocupada na época da entrevista, gerente de engenharia. Como gerente de engenharia era responsável por “coordenar a elaboração dos projetos, desde a arquitetura até os executivos, incluindo possíveis modificações de clientes” (Entrevistado D). Falando um pouco sobre a questão dos projetos ele revelou que todos são terceirizados, incluindo a compatibilização, entretanto uma contabilização interna também é feita.

### **Estrutura Organizacional**

Analisando a estrutura organizacional da empresa D, observada na figura 11, percebe-se que esta é uma empresa levemente hierarquizada, com uma amplitude de controle mediana com quatro níveis, ligeiramente centralizada, pois apesar de algumas decisões serem tomadas a nível gerencial, outras ainda são determinadas

pelos diretores, e em termos de especialização do trabalho pode ser considerada como funcional.

Figura 11 – Organograma empresa D



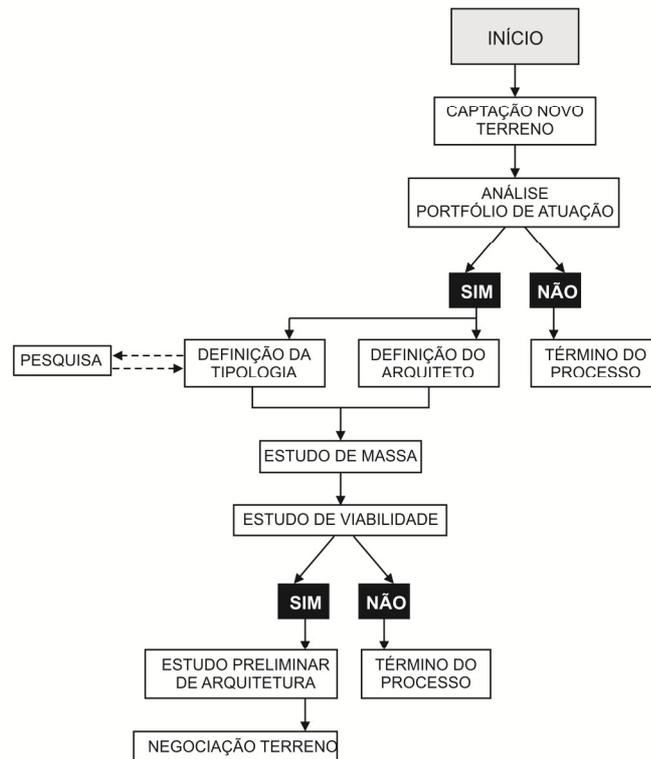
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

A fase de iniciação da empresa D começa com a captação de um novo terreno (Figura 12), que é analisado para ver se se adequa ao portfólio de atuação da empresa. Se estiver de acordo com aquilo que a empresa faz, passa-se a definição do arquiteto, em paralelo com a definição da tipologia. Caso a empresa já possua informações consolidadas sobre o tipo de empreendimento/bairro em questão ela segue para o estudo de massa, caso contrário ela contrata uma pesquisa para análise da região/empreendimentos/clientes, antes de partir para essa etapa. Seguido ao estudo de massa faz-se a análise da viabilidade, que se mostrando adequada segue para a realização do estudo preliminar de arquitetura. Com o estudo desenvolvido, têm-se então as negociações do terreno, da forma de execução do empreendimento, entre outros, para em seguida se passar as demais etapas. Esse processo envolve basicamente o diretor de incorporação e o gerente geral de vendas e de desenvolvimento de negócios e incorporação, sem participação de outros setores.

Os principais problemas apontados nesta etapa foram as negociações com o proprietário do terreno, dificuldades na concepção do produto e definição do preço de venda de forma a viabilizar o empreendimento.

Figura 12 – Fluxograma iniciação empresa D



Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização do Processo de Projeto

Segundo o entrevistado esse processo se inicia desde a concepção do negócio, ainda na fase de iniciação, quando o Gerente Geral de Vendas, Des.de Negócio e Incorporação, define a tipologia do empreendimento juntamente ao arquiteto e tem-se início o estudo preliminar de arquitetura. Fechado o negócio e definido o estudo preliminar de arquitetura o processo passa ao departamento de engenharia, que segue com o desenvolvimento dos demais projetos.

De acordo com a figura 13, o passo seguinte no desenvolvimento dos projetos é definir a equipe de projetistas complementares e fazer o plano de trabalho, que é a definição dos prazos e sucessões de trabalho desta equipe. Feito isso há uma reunião com todos os projetistas envolvidos, que serve para apresentar o estudo preliminar de arquitetura aos demais projetistas e também como primeira reunião de análise crítica, onde são sugeridas alterações no projeto de arquitetura para adequação aos demais e tecnologias para serem usadas no edifício a ser construído.

O passo seguinte consiste em montar os *check lists* dos projetistas complementares, incluindo o de estrutura, com os dados de entrada, que são as características do empreendimento, aquilo que vai ser ou não usado nele. Em geral esses dados são analisados e discutidos presencialmente pelo gerente de engenharia e o projetista, ficando uma cópia daquilo decidido com o setor, para posterior checagem do projeto, e outra com o projetista, para poder seguir aquelas informações no desenvolvimento do projeto. A partir daqui tem-se início o desenvolvimento dos estudos preliminares dos projetos complementares e, em paralelo, o anteprojeto de arquitetura é realizado.

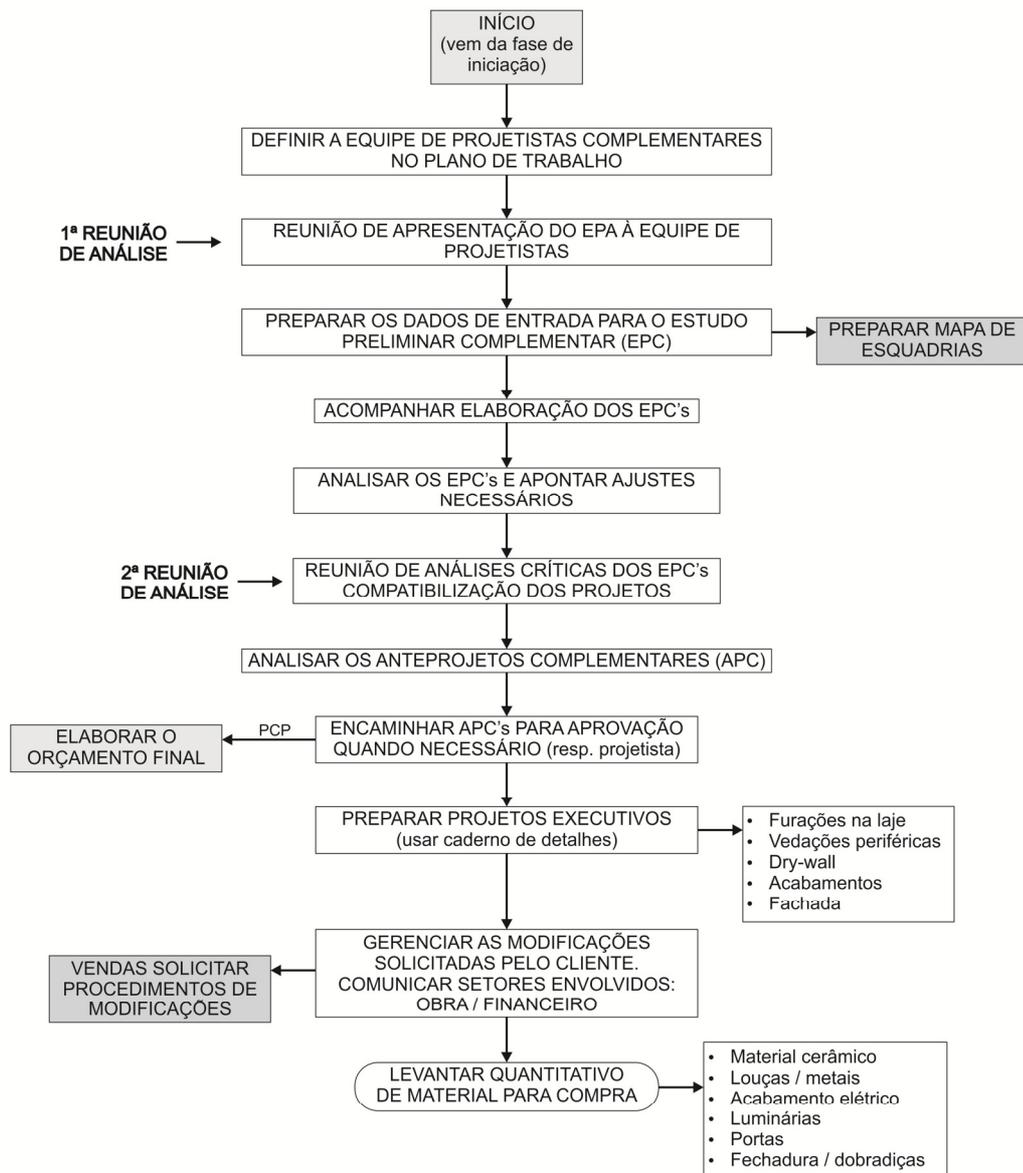
Durante o processo de desenvolvimento dos projetos a comunicação acontece principalmente por e-mail e contato telefônico. À medida que são enviados os estudos preliminares são analisados criticamente e compatibilizados. Uma segunda reunião de análise é definida para passar essas informações aos projetistas para definir os ajustes a serem feitos. Inicia-se então a elaboração dos anteprojetos complementares, que segue um processo semelhante à análise dos estudos preliminares, com exceção que a reunião com os projetistas só acontece se houver necessidade ou maiores interferências. Essas análises envolvem além do projetista, do gerente e pessoal do setor de engenharia, o gerente de produção e o gerente da obra a ser construída.

Concluídos os anteprojetos dá-se entrada na aprovação daqueles projetos que necessitam de tal procedimento, e começa a elaboração dos projetos executivos. Ainda há a questão das modificações de clientes para personalização das suas unidades, que passam por análise e compatibilização no setor de engenharia, finalizando o processo de projeto.

Falta de definição da diretoria, enxerga de possíveis melhorias após o processo iniciado e sugestões feitas pelos corretores foram identificadas na entrevista como os principais motivos de alteração dos projetos. Apesar de apontado que os principais erros em obra são devidos a falhas de marcação e da execução de serviços, que não são necessariamente relacionados a problemas de projeto, o respondente indicou como principais causas dessas questões o prazo e falta de atenção, pois apesar dos projetos serem enviados a obra com antecedência eles não são analisados pelo gerente nem pela equipe de execução antes do início dos serviços, sugerindo um problema de interação entre as equipes.

Em relação aos problemas ocorridos em obras por causa dos projetos, foram indicados aqui a existência de retrabalhos, aumento de prazos (atrasos) e custos, além desses problemas de projeto gerarem, às vezes, incompatibilidades com serviços subsequentes. O principal motivo apontado foram interferências das instalações, que são bastante comuns e difíceis de serem completamente eliminadas, devido a grande quantidade de instalações em um edifício.

Figura 13 – Fluxograma projetos empresa D



Fonte: arquivo pessoal

## **Empresa E**

A empresa E foi fundada em 1982, ou seja, no ano de 2013 completa 31 anos de mercado. Ela na verdade é formada por um grupo de empresas, que conta com 145 funcionários, se caracterizando como uma companhia de médio porte (SEBRAE, [s.d.]) Sua sede, assim como sua área de atuação, é em Vitória e os principais bairros em que desenvolve empreendimentos são os de Santa Lúcia, Jardim Camburi e Praia do Canto.

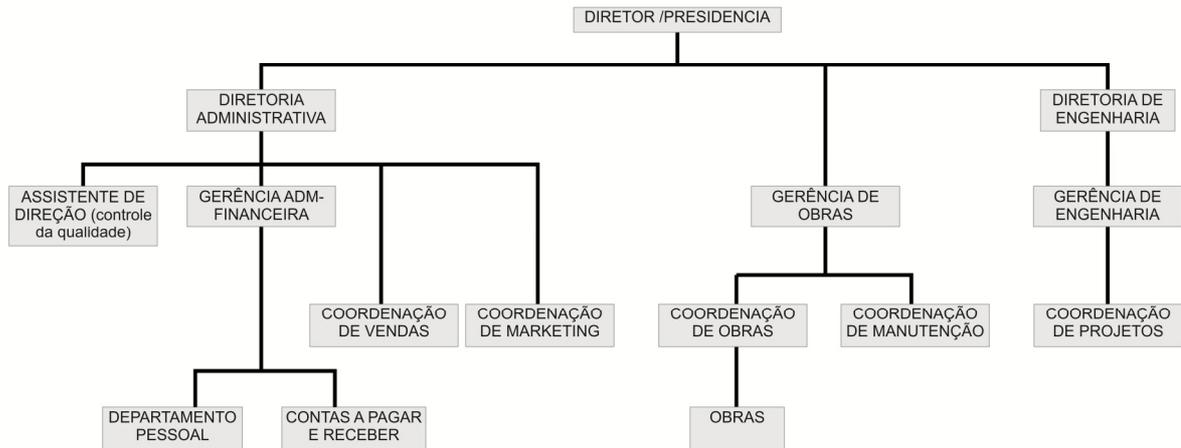
Trabalhando apenas com construção e incorporação próprios, a empresa E foca sua tipologia de construção em edificações residenciais multifamiliares, comerciais e também em hotéis. Em 2012 já havia entregue um empreendimento, possuindo ainda dois em fase de execução, sendo um deles residencial, e nenhum exclusivamente em fase de projeto. Quanto ao total de empreendimentos executados pela construtora houve certa dificuldade em precisar um número exato, mas acredita-se que deve ser algo próximo a 35 edifícios, dos quais a maior parte deles é residencial multifamiliar.

O padrão de clientes que atendem corresponde à classe média e média alta e convém ressaltar que a empresa não possui certificação ISO nem PBQP-H. Os projetos da construtora são basicamente terceirizados, internamente só são desenvolvidas revisões nos projetos e a compatibilização entre eles. Quanto ao respondente, este é arquiteto e urbanista, estava na empresa há um ano e um mês, à época da pesquisa, e exerce a função de analista de projetos. De acordo com a descrição do entrevistado, seu trabalho se caracteriza pela análise e compatibilização de projetos, acompanhamento da obra para conferência da execução dos projetos, manutenção predial e elaborar as modificações nos projetos dos empreendimentos que administram, pois todas as modificações de projetos.

### **Estrutura Organizacional**

De acordo com a análise documental e dados coletados na entrevista, pode-se considerar a empresa E, como uma construtora familiar, onde os altos cargos são em sua maioria ocupados pelos donos do negócio e sua família. A organização geral da empresa é apresentada na figura 14, onde se percebe uma estrutura funcional, levemente hierarquizada, pois apresenta uma amplitude de controle de quatro níveis, e centralizada, já que as decisões dependem da aprovação da diretoria.

Figura 14 – Organograma empresa E

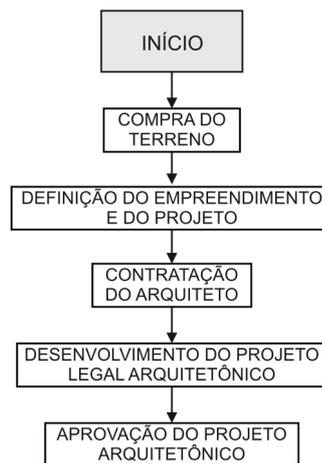


Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

O diretor-presidente é a principal figura envolvida na fase de iniciação na empresa E, processo gira todo em torno da figura dele, que efetua a compra do terreno e define o empreendimento e como será o projeto. Feito isso o diretor-presidente contrata o arquiteto que desenvolve o projeto legal em cima das diretrizes e informações dadas por ele, em seguida esse projeto segue para aprovação finalizando essa fase (Figura 15).

Figura 15 – Fluxograma de iniciação empresa E



Fonte: arquivo pessoal

Essa etapa apresenta alguns problemas que, segundo o entrevistado, se devem basicamente a dois elementos: as limitações do PDU e a escassez de terrenos, que combinados inviabilizam empreendimentos.

## Caracterização do Processo de Projeto

O processo de projeto tem início ainda na fase de iniciação, quando se define o projeto legal. Esse projeto, após aprovação é encaminhado para uma análise a ser feita pelo gerente de engenharia, que o analisa segundo os aspectos técnico-construtivos da empresa e em função de possíveis melhorias, essa análise é passada ao diretor, que então libera o que deve ser modificado (Figura 16).

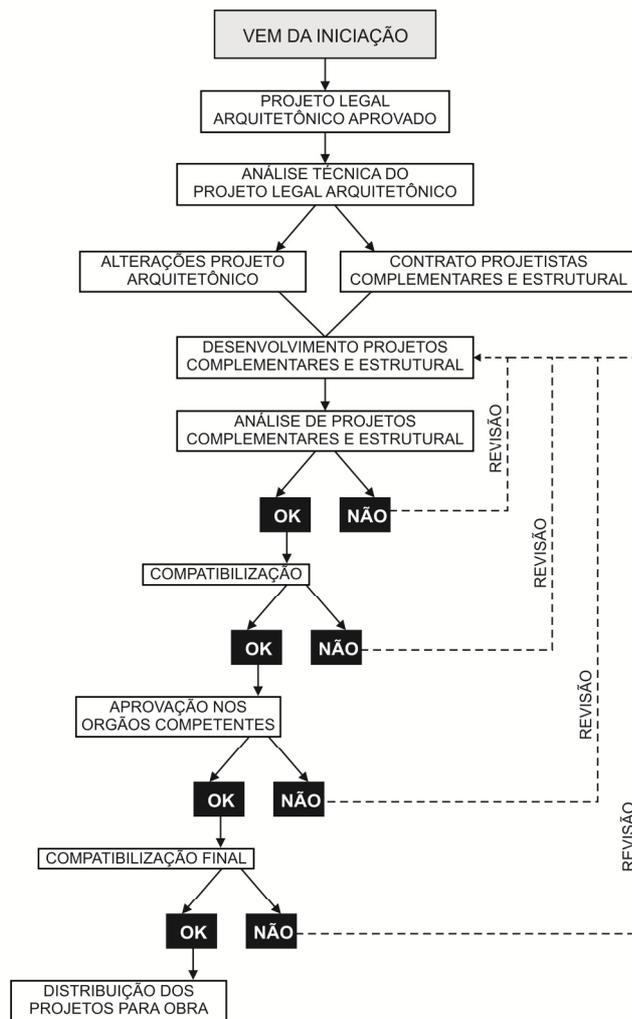
Paralelo à alteração do projeto arquitetônico são contratados os projetistas complementares e estrutural, que recebem um *briefing*, contendo as informações necessárias para elaboração de seus projetos. Os projetos complementares vão sendo desenvolvidos e analisados pelo setor de engenharia e projetos na medida em que são enviados e alterações são solicitadas quando necessárias. Uma vez entregue todos os projetos é feita então a compatibilização entre eles e havendo necessidade, novas modificações são solicitadas para adequação das interferências. Com os projetos compatibilizados, aqueles que necessitam de aprovação seguem para essa etapa e durante esse processo podem necessitar de mais adequações para serem aprovados. Por essa razão uma nova etapa final de compatibilização é feita após a aprovação dos projetos, que estando em conformidade, são então distribuídos para a obra. Convém destacar que apesar dos projetos serem contratados de projetistas fora da empresa, as revisões e alterações são desenvolvidas em sua maioria internamente. Apenas em casos em que muitas modificações ocorrem e o projeto precisa de reaprovação essas alterações ocorrem externamente.

A troca de informações nesse processo ocorre de acordo com a necessidade e é majoritariamente feita através e-mails e contatos telefônicos com os projetistas contratados. Internamente, devido ao número reduzido de pessoas envolvidas o que torna mais fácil reuni-las, o contato ocorre de forma mais constante, através de reuniões ou por telefone.

De acordo com as informações coletadas, as alterações de projeto são derivadas principalmente de solicitações da diretoria ou de parceiros de vendas, da necessidade de adequação dos projetos à realidade da obra, da pressa para elaboração do projeto arquitetônico inicial que acaba sendo realizado sem um estudo aprofundado e da inclusão de elementos pós habite-se no empreendimento, ou por demanda de mercado, ou porque não seriam aprovados pela prefeitura. Com

relação aos principais problemas de obra, aparecem os atrasos devido à demora na elaboração dos contratos com os fornecedores/empreiteiros, a compra de materiais e as execuções erradas de serviços, ambas devido à mão-de-obra desqualificada que não sabem ler projetos, não apresentando nenhum item relativo a projetos.

Figura 16 – Fluxograma projetos empresa E



Fonte: arquivo pessoal

Direcionando a conversa para quais problemas de obra são derivados de projetos, foram indicados aqui compras de materiais errados, devido à falta de especificação, levando a paralização da obra para obtenção de informações; execuções incorretas de serviços, seja pela inadequação do projeto às técnicas construtivas da empresa, seja por ele não possuir as informações necessárias a sua execução; e retrabalhos e modificações gerados por erros de dimensionamento das instalações e dos ambientes com seu mobiliário nos projetos. Um problema identificado pela pesquisadora na entrevista, que foge do escopo do questionário diz respeito à

formalização do processo, pois não existe na empresa nenhum procedimento ou documento formalizado que caracterize esse processo, o que pode deixar a mercê dos envolvidos o andamento dessa etapa.

### **Empresa F**

A empresa F encontra-se há 32 anos no mercado. É uma empresa de grande porte (SEBRAE, [s.d.]), com 820 funcionários, onde seus principais ramos de atuação são na incorporação de empreendimentos e incorporação e construção próprios, sendo que às vezes nestes ramos trabalha com parcerias com outras construtoras.

As tipologias de empreendimentos que desenvolve são residenciais unifamiliares, residenciais multifamiliares e comerciais, atuando em vários bairros de Vitória, onde sedia a empresa, e da Serra. Seus imóveis tem um público-alvo diversificado, pois trabalha com padrões que se inserem no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que atendem a classe média-baixa, até padrões mais luxuosos para atender a classe alta.

É uma empresa com ISO 9001, certificada em 1998, e com PBQP-H nível A. Em toda sua vida, a empresa F executou 53 empreendimentos, totalizando mais de 900.000m<sup>2</sup> construídos, desses aproximadamente cinquenta foram edifícios habitacionais, o que mostra que essa tipologia é o carro-chefe da construtora. Em setembro de 2012 a empresa possuía cinco empreendimentos exclusivamente em fase de projeto, seis em execução dos quais cinco eram habitacionais, e dois com a primeira etapa entregues.

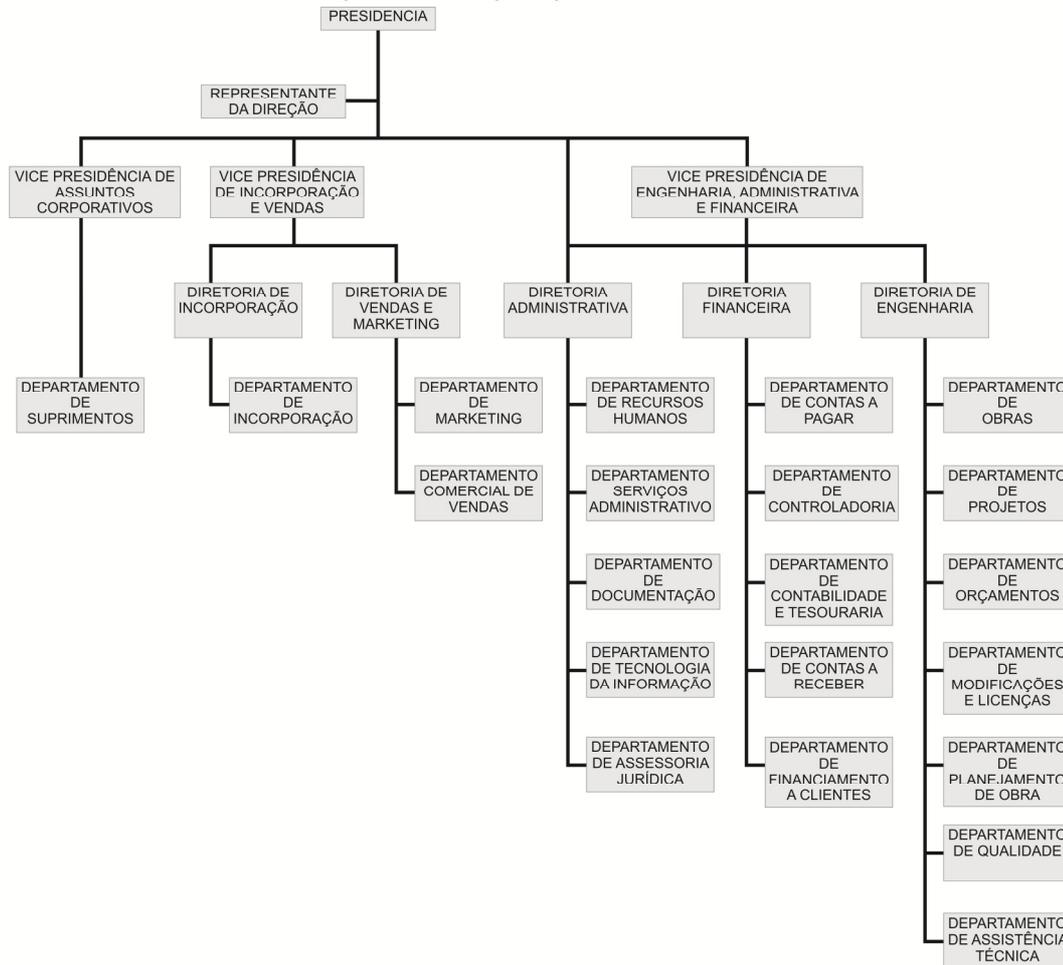
A construtora F trabalha majoritariamente com projetos terceirizados, desenvolvendo internamente apenas os projetos executivos de vedações e instalações e a compatibilização de projetos. A pessoa entrevistada na empresa desempenha o cargo de analista de projetos, onde é responsável por contratar os projetistas complementares, analisar os projetos, compatibilizá-los com a arquitetura e desenvolver os projetos executivos, possuindo a formação de arquiteto e urbanista e dois anos de empresa.

### **Estrutura Organizacional**

A estrutura organizacional da empresa F pode ser considerada funcional, agrupada de acordo com a figura 17. Observando o organograma percebe-se que se trata de

uma empresa levemente hierarquizada, com quatro níveis de amplitude de controle, e pouco centralizada, pois grande parte das decisões é tomada no nível dos departamentos/setores.

Figura 17 – Organograma empresa F



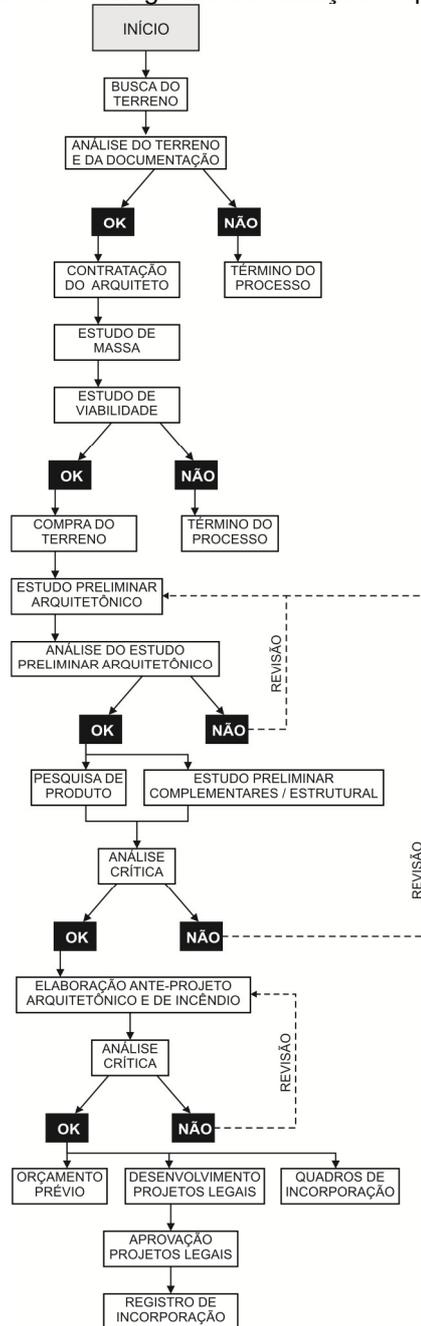
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

A fase de iniciação é quase que de inteira responsabilidade da diretoria e do departamento de incorporação, eles são os responsáveis por levar a cabo todos os processos descritos no fluxograma da figura 18, com exceção do orçamento preliminar que é desenvolvido pelo departamento de orçamento e da contratação e solicitação dos estudos preliminares dos projetos complementares e estrutural e elaboração dos quadros de incorporação, que ficam a cabo do setor de projetos. É o gerente de incorporação que faz a captação do terreno e juntamente com sua equipe faz as análises necessárias na documentação, contrata o arquiteto, define o *briefing*, faz a viabilidade e faz o acompanhamento do desenvolvimento do projeto

arquitetônico até sua aprovação na Prefeitura e Corpo de Bombeiros. Vale dizer que neste processo há também participação da diretoria, que aprova ou não o produto sugerido.

Figura 18 – Fluxograma de iniciação empresa F



Fonte: arquivo pessoal

Os problemas mais comuns vividos pela empresa F nesta fase estão relacionados à documentação dos terrenos, dificuldade de obtenção das licenças nos órgãos responsáveis, e o não cumprimento por parte dos projetistas dos prazos estabelecidos pela construtora.

## Caracterização do Processo de Projeto

O processo de projeto da empresa F é extremamente bem definido, desde as pessoas, ao sequenciamento, incluindo as etapas de análise e validação, etc. Por essa razão é um processo um tanto complexo e extenso, que se optou por simplificar através do sequenciamento de atividades apresentado na figura 19. O planejamento do processo de projeto é feito junto com o planejamento de toda a obra, com as datas macro definidas pela diretoria e com o departamento de projetos indicando a previsão para a liberação dos projetos.

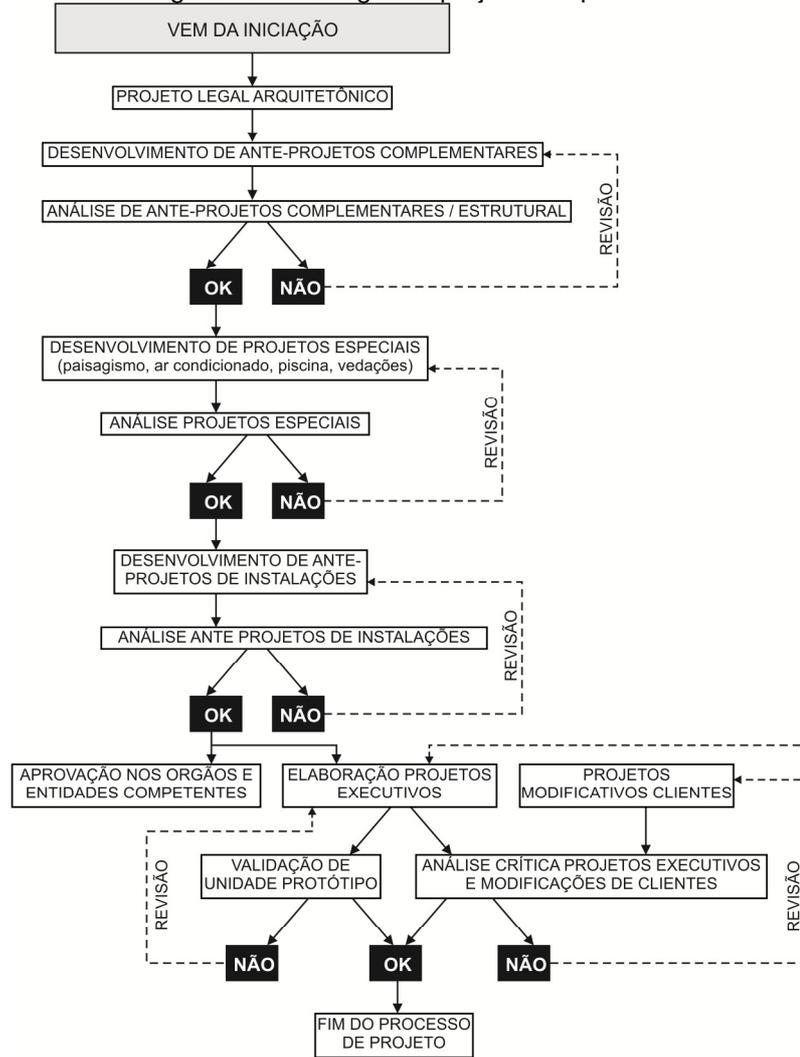
Apesar da figura 19 representar o processo de projeto a partir do projeto legal arquitetônico, ele começa já na fase de iniciação, onde há o desenvolvimento do estudo preliminar de arquitetura, a contratação dos projetistas complementares pelo departamento de projetos e pela e se inicia o desenvolvimento dos estudos preliminares dos projetos complementares. Lá já se desenvolvem as primeiras interações entre os diferentes setores e as análises dos projetos. Seguindo o desenvolvimento do projeto legal, tem-se a elaboração dos anteprojetos complementares (terraplanagem, rede, etc) e de estrutura, que passam por análises e verificações no departamento de projetos. Elabora-se então os projetos especiais, que no caso são projetos de paisagismo, ar condicionado, piscina, vedações, entre outros, que passam por análises e verificações e, estando em conformidade, permitem dar sequencia ao desenvolvimento dando subsídios para elaboração dos anteprojetos de instalações.

Os projetos de instalações também passam por análises e verificações e daí são levados para aprovação nos órgãos/entidades competentes e passar-se-á à etapa de elaboração dos projetos executivos. Os projetos executivos passam pelo mesmo processo de análise no setor de projetos, mas no caso de haver projetos modificativos de clientes, esses últimos também passam por análises e compatibilizações com os projetos executivos, em paralelo monta-se uma unidade protótipo para testar os projetos desenvolvidos e, não havendo necessidades de ajustes, encerra-se aí a etapa de projetos.

Convém destacar que como o processo está simplificado existem algumas etapas a mais de análise. A participação do departamento de projetos não se restringe a coordenação do processo e análise dos projetos, uma vez que eles também são os responsáveis pela elaboração dos projetos executivos. Há também o envolvimento

de outros agentes, como o setor de marketing, equipe de obra, assistência técnica, corretores, que passam informações desde o ponto de vista dos clientes e das necessidades de mercado, até questões que estão gerando problemas e manutenções nas obras entregues. Segundo o entrevistado F “são dois setores trabalhando, três (setores), praticamente em conjunto o tempo inteiro”.

Figura 19 – Fluxograma projetos empresa F



Fonte: arquivo pessoal

Em um primeiro momento a troca de informações é baseada em reuniões presenciais, depois que o projeto está mais desenvolvido, acontece mais através de e-mails e pelo site gerenciador de arquivos/projetos, que de acordo com o entrevistado

Ele (site gerenciador de arquivos) ajuda muito. Nele a informação fica disponível atualizada para todo mundo. Porque a gente coloca no site não só o projeto, a gente coloca o memorial descritivo, licença, ART... Tudo que alguém precisar já está lá (Entrevistado F)

Informações também são trocadas por meio de *check lists* sobre o empreendimento e padrões da empresa, esses também são usados para análise crítica dos projetos. Os projetos são analisados quanto ao cumprimento dos dados de entrada passados pela empresa, quanto aos requisitos do *check lists* e em relação aos custos, eles passam por compatibilizações para identificação de possíveis interferências.

Alguns problemas são recorrentes no processo de projeto e de acordo com o entrevistado os principais motivos para modificações em projetos são, em sua maioria, necessidade de adequação dos projetos para inclusão ou redimensionamento de uma área técnica, solicitações da diretoria e a busca da melhoria do produto. Quanto aos principais problemas de obra a não observação dos projetos, juntamente com as imprecisões do sistema construtivo e de vícios da mão de obra (funcionários acostumados com padrões e resistentes a inovações), aparecem como as principais causas de retrabalhos e erros durante a construção. Considerando os principais problemas de obra causados por projetos, foram apontados novamente os retrabalhos, de obra e de projeto, pois às vezes alguns ambientes são dimensionados erroneamente e aquilo que deveriam comportar (equipamento/mobiliário/material) não cabe, essas questões também acontecem por causa de desenhos/especificações inexequíveis e, muitas vezes, devido a projetos com especificações de materiais que já não estão mais disponíveis no mercado.

### **Empresa G**

Fundada em 1975, a empresa G possuía, no fim de setembro de 2012, 250 funcionários, caracterizando-a como uma indústria de médio porte (SEBRAE, [s.d.]). Sediada em Vitória, atua em vários bairros dos municípios de Vitória, Serra, Vila-Velha e Guarapari.

Trabalha com construção para terceiros e incorporação e construção próprios, que às vezes é realizado em parcerias com outras empresas, e seu padrão de consumidor varia de acordo com seu ramo de atuação. Para os empreendimentos que ela mesma incorpora e constrói seu padrão é a classe média e alta e para aqueles construídos para terceiro o padrão é a classe baixa, com obras direcionadas para o Programa Minha Casa Minha Vida. Quanto às tipologias de construção, executa os mais variados tipos: residencial unifamiliar e multifamiliar, comercial,

industrial, institucional, obras de arte da engenharia, sendo seu principal foco as construções residenciais multifamiliares.

A empresa G possui certificação ISO 9001, desde 2008, e PBQP-H nível A, além da certificação OHSAS 18.001/2007, que é uma certificação de Sistema de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho. Durante a época da entrevista possuía 13 empreendimentos em execução, sendo oito habitacionais (1 condomínio unifamiliares e o restante edifícios multifamiliares), 15 em fase de projeto, dos quais três possuíam a gerência fora da empresa (construção para terceiros ou parcerias em que outras empresas gerenciam os projetos) e um já havia sido entregue naquele ano. Nos seus 38 anos a empresa entregou 182 obras, com aproximadamente 1.444.008 m<sup>2</sup> construídos, das quais 126 são edificações residenciais, multi ou unifamiliares.

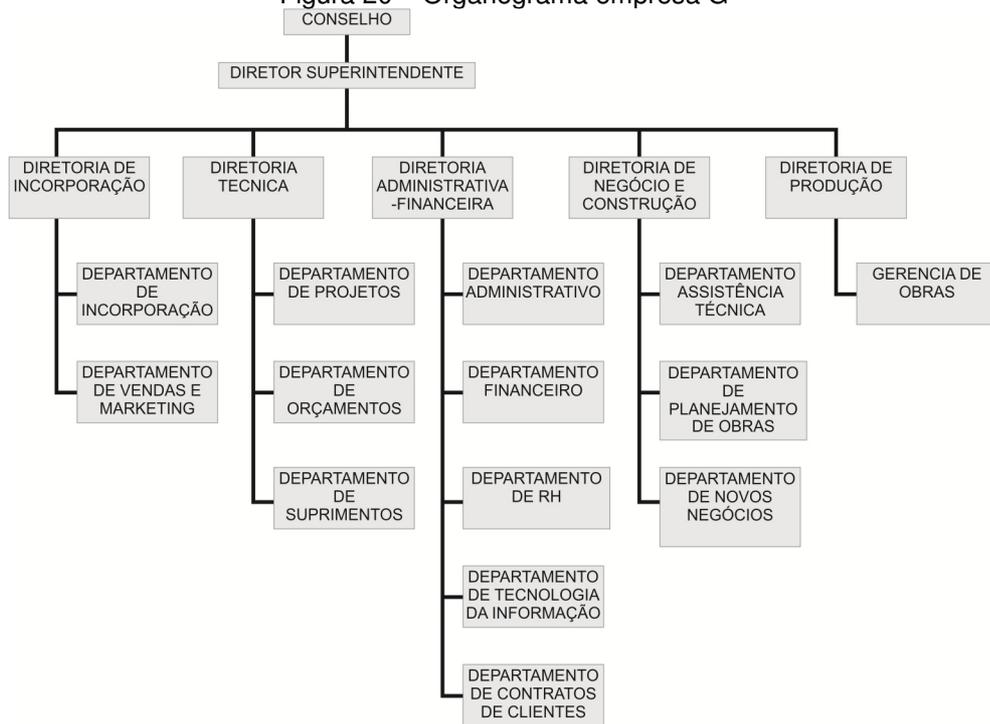
Seguindo a mesma característica das outras empresas a maior parte dos projetos da construtora G é terceirizada, apenas projetos de remembramento e comunicação visual são desenvolvidos internamente. A compatibilização é terceirizada, entretanto sempre acaba ocorrendo uma compatibilização interna também.

O respondente da empresa G possui a formação de arquiteto e urbanista e está na empresa há seis anos e meio, seu cargo é o de arquiteto, onde é a pessoa responsável pela coordenação dos projetos.

### Estrutura Organizacional

A empresa G apresenta uma estrutura organizacional funcional, dividida em quatro grandes áreas (Figura 20). Composta basicamente de quatro níveis, pode ser considerada levemente hierarquizada, e levemente centralizada, pois as decisões são tomadas de acordo com os níveis, ou seja, aquelas mais importantes são definidas no âmbito das diretorias, enquanto as mais simples são tomadas em nível de departamento.

Figura 20 – Organograma empresa G



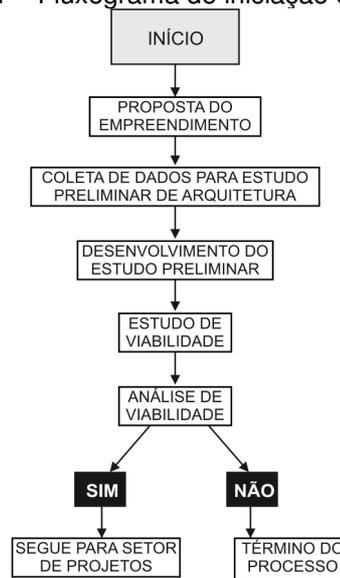
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

Houve certa dificuldade na caracterização da fase de iniciação da empresa G, por se tratar de um processo mais sigiloso, exclusivo da diretoria de incorporação e por não ter sido cedido nenhum documento relativo a essa etapa para análise. De uma maneira bem genérica foram passadas algumas informações sobre essa fase, com as quais foi montada a figura 21. Nela o processo se inicia com a proposta de um novo empreendimento, que pode partir tanto de empresas parceiras, quanto internamente, com um terreno definido, há a coleta de dados para o estudo preliminar, feita pelo diretor de incorporação. Essas informações são passadas para o arquiteto que elabora um estudo preliminar, dentro de um contrato de risco. Com o estudo roda-se a viabilidade e sendo viável o empreendimento segue com seu desenvolvimento. Cabe ressaltar que como a construtora G trabalha com parceiras e construção para terceiros nem sempre a etapa de iniciação e o processo de projeto são realizados por ela.

Os principais problemas relatados na fase de iniciação dizem respeito à legislação, que muitas vezes inviabiliza um empreendimento e que muitas vezes o negócio/terreno já vem com o arquiteto e projetos definidos, fazendo com que a construtora perca sua liberdade de escolha.

Figura 21 – Fluxograma de iniciação empresa G



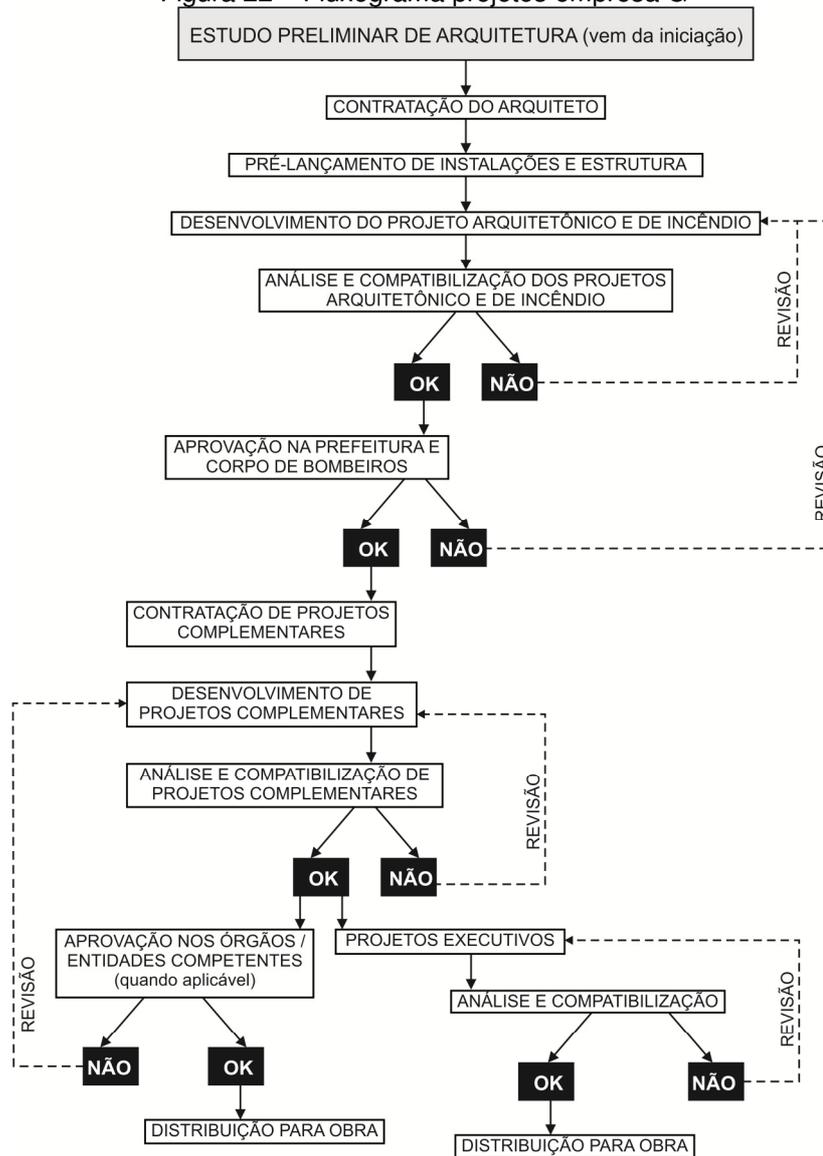
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização do Processo de Projeto

Seguindo a iniciação o processo de projeto tem início quando a incorporação encaminha ao setor de projetos o estudo preliminar de arquitetura. Feito isso, contrata-se o arquiteto e há um pré-lançamento das instalações e estrutura e adequações no projeto arquitetônico. A partir daí prossegue-se para o desenvolvimento do projeto arquitetônico e de incêndio, que é compatibilizado e analisado pelo setor de projetos e pela obra (gerente ou diretor de produção, caso ainda não exista um gerente definido). Estando sem problemas esses projetos seguem para aprovação no Corpo de Bombeiros e Prefeitura, podendo ser pedida alguma revisão por parte desses órgãos.

Com a aprovação dos projetos de arquitetura e incêndio, são contratados os projetistas complementares e de estrutura e há o desenvolvimento desses projetos, que passam pela mesma análise que os projetos de arquitetura e incêndio passaram, sendo revisados quando necessário. Aqui o processo se divide, aqueles projetos complementares que necessitam de aprovação são então levados aos órgãos/entidades competentes para aprovação e há também a elaboração de projetos executivos. Os projetos quando aprovados nos órgãos são encaminhados a obra e o mesmo acontece com os executivos após passarem por mais uma etapa de análise, finalizando o processo de projeto (Figura 22).

Figura 22 – Fluxograma projetos empresa G



Fonte: arquivo pessoal

As análises de projeto neste processo são feitas basicamente através de duas formas: das listas de dados de entrada e dos relatórios de análise crítica. A lista de dados de entrada é uma ficha encaminhada a cada projetista com as informações básicas que ele deve adotar/seguir na elaboração de seu projeto. Quando a empresa recebe os projetos, ela faz uma análise para conferir se os dados de entrada foram atendidos/respeitados. Conferidos esses dados, passa-se a segunda etapa da análise crítica, onde são analisados os projetos, verificadas possíveis melhorias e interferências e são feitos os relatórios de análise crítica, que são um registro de todas as alterações nos projetos com as suas devidas justificativas. O projeto estando conforme, segue então para o controle de revisão e distribuição, de responsabilidade do setor de projetos.

A troca de informações entre os intervenientes ocorre de diversas maneiras durante o desenvolvimento dos projetos, sendo a mais frequente o uso de e-mails, mas acontecendo também através dos dados de entrada, *check lists*, reuniões presenciais e atas de reunião.

Quando questionado sobre os principais motivos de alteração dos projetos o respondente identificou incompatibilizações entre instalações e estrutura, alterações devido a exigências de órgãos públicos, atendimento a novas demandas de mercado (especialmente para obras longas) e trocas de materiais. Dentre os principais problemas de obra, foram citados a atrasos e alterações/retrabalhos na obra devido à falta e desqualificação da de mão-de-obra, falta de planejamento de compras, mau tempo, mudança no escopo e atrasos na entrega de projetos, ou seja, os projetos são ainda uma atividade crítica para a execução da obra. Aprofundado na questão dos problemas em obra derivados de projetos, aparecem novamente os atrasos e retrabalhos, originados por incompatibilizações entre instalações e estrutura, inexistência de alguns projetos e imprevistos na fundação, que não foram previstos no projeto de fundação nem nas sondagens.

### **Empresa H**

A empresa H é uma construtora de médio porte (SEBRAE, [s.d.]), contando com 128 funcionários. Seu ramo de atuação é a incorporação e construção próprios, trabalhando com empreendimentos comerciais, residenciais unifamiliares e multifamiliares ao longo dos seus 29 anos de existência. Como cliente padrão a empresa H foca seus empreendimentos na classe média e alta, concentrando seus empreendimentos nos bairros de Jardim da Penha e Mata da Praia, no município de Vitória, onde também está sediada. Possui certificação ISO 9001 e PBQP-H nível A, obtidas no ano de 2008.

Em setembro de 2012 a construtora H ainda não havia entregue nenhuma obra naquele ano, mas possuía cinco edificações habitacionais em execução, além de quatro empreendimentos em fase de projeto. É interessante notar que das 35 obras realizadas em todo seu tempo de mercado, 31 são habitacionais, indicando o enfoque da empresa na execução desse tipo de empreendimento.

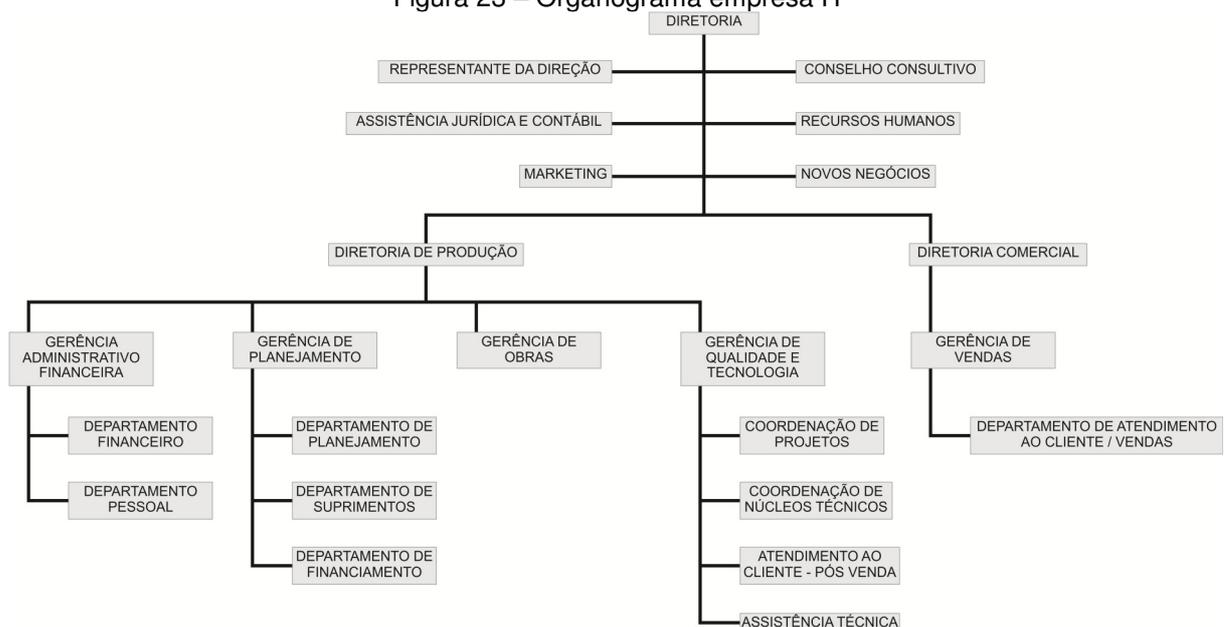
Quanto à elaboração dos projetos, a empresa H apresenta uma maior variedade de projetos executados internamente quando comparada as demais, elaborando ela

mesma seus projetos de arquitetura (de edifícios e de interiores), executivos, de aquecimento solar e instalação de gás. Apesar disso a maioria de seus projetos ainda é terceirizada, já a compatibilização é feita exclusivamente pela construtora. Com relação ao entrevistado, trata-se de um profissional arquiteto e urbanista com 16 anos de empresa, onde desempenhava a função de gerente de obras e coordenado de projetos. Dentre suas atribuições, ele é o profissional responsável por coordenar o trabalho de execução da obra e, no escritório, coordenar o processo de projeto: desenvolvimento, compatibilização, reuniões para discussão, entre outros.

### Estrutura Organizacional

Apesar da segmentação, existem basicamente quatro níveis de hierarquia na organização da empresa H, conforme representado no organograma exposto na figura 23, o que define uma amplitude de comando de quatro, podendo ser considerada como levemente hierarquizada. Apesar de uma série de setores se vincularem diretamente a diretoria geral, sem estarem agrupados a outras atividades similares, ainda assim pode-se dizer que a organização possui uma estrutura funcional. Essa conexão direta de várias áreas à figura do diretor geral demonstra o caráter centralizador da empresa, em que várias das decisões giram em torno dessa figura.

Figura 23 – Organograma empresa H

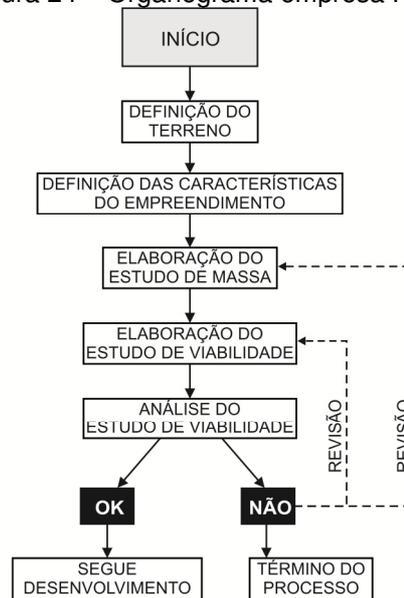


Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

A fase de iniciação encontra-se representada na figura 24. Como é possível ver, um empreendimento se inicia com a definição de um terreno, é interessante notar que a construtora H trabalha constrói em terrenos que são dela, ou seja, não há uma busca de terrenos e preocupação com certidões e contratos de compra e venda nesta etapa. Em seguida, a diretoria em conjunto define as características da nova obra. A partir dessas características é elaborado um estudo de massa, que serve como base para a elaboração do estudo de viabilidade. O departamento de planejamento fica responsável por desenvolver esse estudo que, quando pronto, é encaminhado às diretorias para que o analisem técnica e comercialmente. Esse estudo é então aprovado, encerrando a fase de iniciação, ou ajustes podem ser solicitados, o que fará o processo retornar a uma das etapas anteriores, invariavelmente finalizando, ou com a aceitação e desenvolvimento do empreendimento, que seguirá para a próxima etapa, ou com a não execução do empreendimento, encerrando o processo.

Figura 24 – Organograma empresa H



Fonte: arquivo pessoal

Uma curiosidade da empresa H foi que ela afirmou não possuir problemas na fase de iniciação, pois se tratar de um processo exclusivamente interno, sem a participação de outras pessoas, como corretores, proprietários de terrenos, arquitetos, entre outros, onde usualmente ocorrem os problemas.

## Caracterização do Processo de Projeto

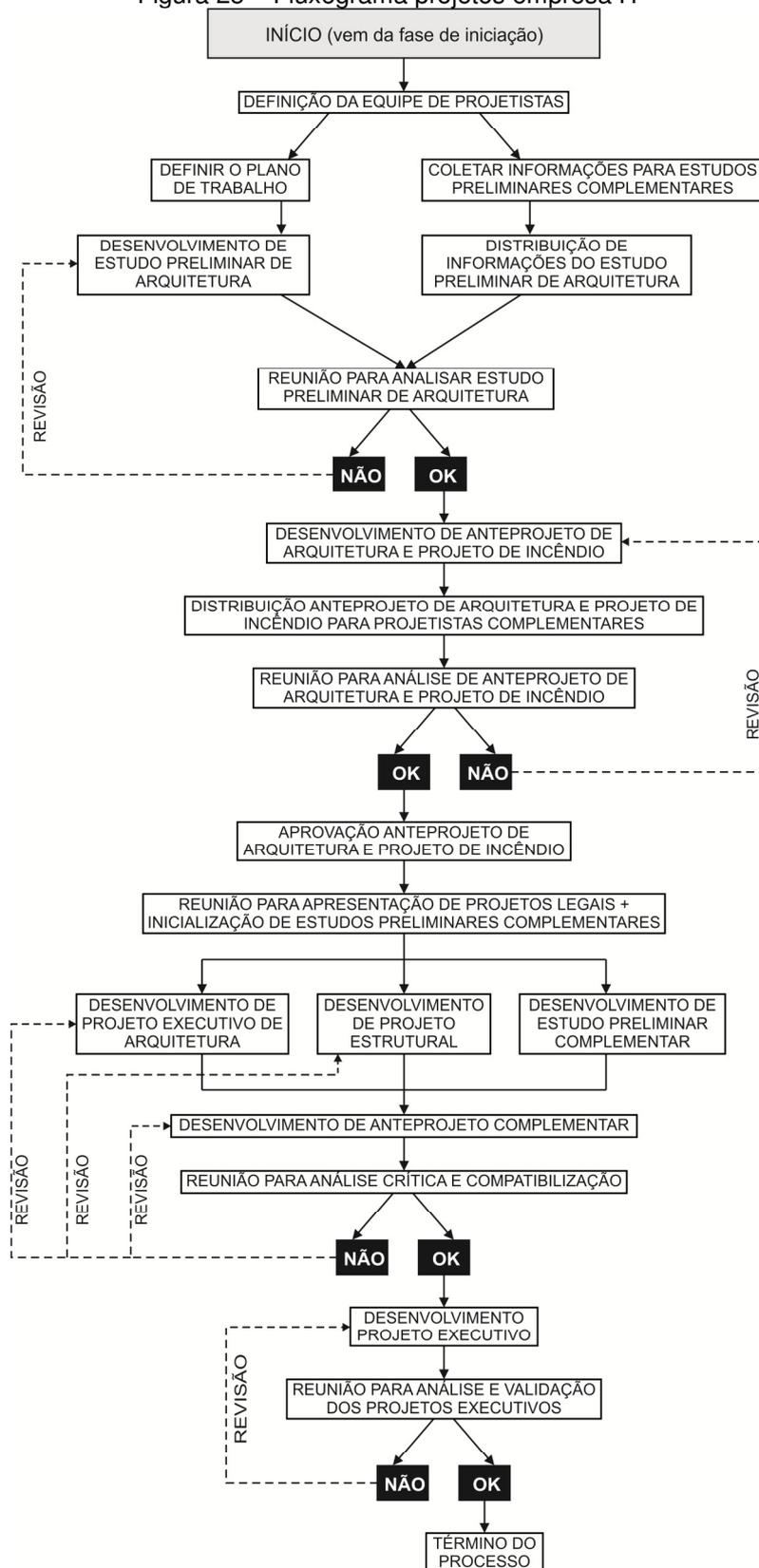
Os subsídios para o início do processo de projeto vêm da fase de iniciação, passadas pela diretoria (Figura 25). Com essas informações define-se a equipe de projetistas, composta majoritariamente por funcionários da empresa, é elaborado o plano de trabalho, onde cabe ressaltar que o processo de projeto na empresa H tem duração média pré-estabelecida de um ano, e tem-se início o desenvolvimento do estudo preliminar de arquitetura. Em paralelo vão sendo coletados os dados de saída dos estudos preliminares complementares, que uma vez determinados são encaminhados aos projetistas.

É feita, então, uma reunião da análise do estudo preliminar de arquitetura com a participação dos projetistas complementares, e, de acordo com as solicitações, são realizadas adequações nesta proposta, que estando em conformidade com as demandas feitas segue para o desenvolvimento do anteprojeto de arquitetura (APA) e projeto de incêndio. O APA e projeto de incêndio desenvolvidos são distribuídos para análise e uma nova reunião para análise crítica desses projetos é realizada, para que os ajustes necessários sejam feitos antes que sejam encaminhados para aprovação nos órgãos competentes.

Uma vez aprovados, os projetos de arquitetura e incêndio são apresentados para os projetistas em uma reunião, que marca o início do desenvolvimento dos estudos preliminares dos projetos complementares (EPC). Simultaneamente há o desenvolvimento dos projetos executivo de arquitetura, estrutural e dos EPC, as informações desses projetos culminam com a elaboração dos anteprojetos complementares, que concomitante aos demais passa por mais uma reunião de análise crítica e compatibilização, e, desde que realizados os ajustes necessários, passa-se a elaboração dos projetos executivos. Esses projetos passam por mais uma análise final e, com isso, há a finalização do processo de projeto.

Esse processo é desenvolvido pela coordenação de projetos, com grande participação do diretor de produção. As análises críticas são feitas nas reuniões, onde são geradas atas e relatórios, como também através do uso de *check lists*, com dados de entrada e de saída para cada projeto, verificados tanto pelos projetistas, quanto pelo setor de projetos. Além de reuniões presenciais, atas de reuniões e *check lists*, são usados para troca de informações um software de gerenciamento de projetos e e-mails.

Figura 25 – Fluxograma projetos empresa H



Fonte: arquivo pessoal

Segundo as informações dadas pelo respondente H, os principais problemas de obra estão relacionados à mão-de-obra e relacionamento com os fornecedores, não

tendo sido citado nenhum item relativo a projeto. Já em relação a problemas na obra originado por projetos, foram citados os retrabalhos, atrasos de cronograma, insatisfação dos clientes e ociosidade a mão-de-obra, que muitas vezes acontecem pela falta da previsão/análise de algum elemento em projeto, como também devido a problemas na comunicação das informações através dos projetos e na leitura dos mesmos pela equipe de obra. E quanto aos motivos para alterações nos projetos, os principais na empresa H são a compatibilização entre os projetos, principalmente entre a arquitetura e estrutura, incorporação de novas tecnologias e alterações de normas dos órgãos públicos durante o processo, exigindo modificações e reaprovação dos projetos.

### **Empresa I**

Fundada há 39 anos, a empresa I atualmente atua em seis estados da federação, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Maranhão, Piauí e Pará, se caracterizando como uma indústria de grande porte (SEBRAE, [s.d.]), contando aproximadamente 450 funcionários só no Espírito Santo. Trabalha apenas com construção e incorporação próprios, onde desenvolve empreendimentos residenciais multifamiliares e comerciais, com foco para a construção de shoppings centers.

A construtora I, no Espírito Santo, à época da entrevista, agosto de 2012, possuía quatro empreendimentos em fase de projeto, oito em execução, dos quais três eram habitacionais e não haviam entregado nenhum empreendimento até aquela data, embora dois estavam em conclusão para ser entregues. Com ISO 9001, desde 2008, e PBQP-H nível A o seu padrão de cliente são as classes média e alta, tendo desenvolvido 30 empreendimentos de grande porte em toda sua existência, sendo 18 desses habitacionais.

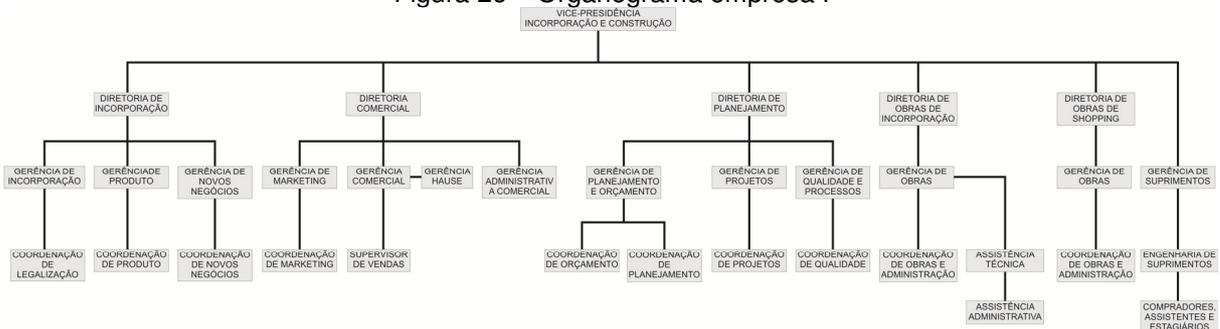
Em termos de projetos, a construtora I contrata todos os seus projetos de projetistas externos a empresa e a compatibilização também é terceirizada, desenvolvendo internamente apenas projetos arquitetônicos de shoppings. Nessa entrevista houve uma particularidade, ao invés de um respondente, foram três, pois, como foi pedido uma pessoa que entendesse dos processos da empresa de uma maneira geral, eles acreditaram que as repostas estariam mais completas e congruentes com a visão da empresa com a presença de representantes de mais de um setor.

Exposto isso, há nessa entrevista três respondentes que serão denominados I1, I2 e I3, com onze anos, dois anos e meio e quatro anos de empresa, respectivamente. O entrevistado I1, engenheiro civil, exerce a função de gerente de incorporação, sendo a pessoa responsável pelos novos negócios da empresa, gerenciando o desenvolvimento e legalização do produto. I2, arquiteto e urbanista, é analista de projetos, onde analisa e contrata os projetos complementares. Por fim, I3, também arquiteto e urbanista, é coordenador de qualidade, responsável pelos processos relativos à ISO 9001 e qualidade.

### Estrutura Organizacional

Observando-se o organograma da empresa I, apresentado na figura 26, percebe-se uma divisão dos departamentos da empresa de acordo com áreas de atividades similares, ou seja, possui uma estrutura funcional. A organização é levemente hierarquizada, com uma amplitude de controle média de quatro, e centralizada, pois a maioria das decisões passa pelas diretorias da empresa.

Figura 26 – Organograma empresa I



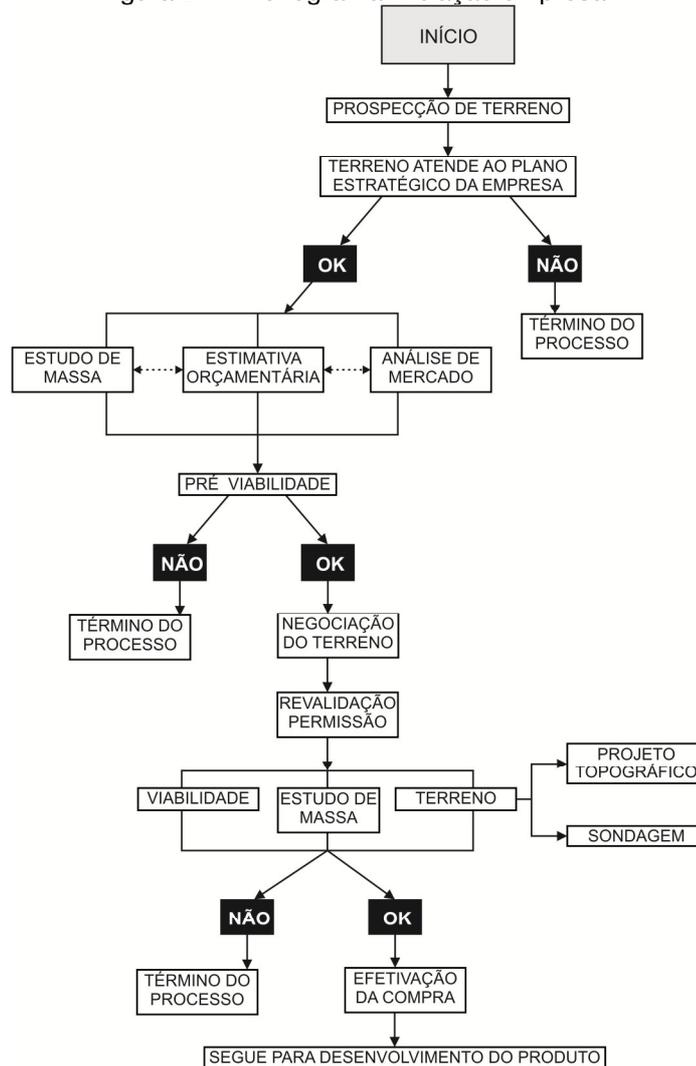
Fonte: arquivo pessoal

### Caracterização da Fase de Iniciação

A empresa I desenvolve seus empreendimentos com base em cinco etapas: prospecção, captação, concepção, execução e pós-obra, além de uma etapa constante relativa a qualidade. Comparando essas etapas através da documentação obtida e pelas informações cedidas na primeira entrevista, com a separação de fases apresentadas pelo PMI exibida no item 2.2.2 (Atuação) da presente pesquisa, definiu-se que a fase de iniciação na empresa I, corresponde aos macro processos de prospecção e captação, que encontram-se representados resumidamente no fluxograma da figura 27.

A diretoria de incorporação é a única envolvida nesta etapa que, como é possível observar no fluxograma (Figura 27), tem início com a prospecção de terrenos. Definido um terreno é analisado se ele se insere no plano estratégico da empresa e daí se faz uma análise de mercado, o desenvolvimento de uma estimativa de orçamento e de um estudo de massa preliminar, elaborado por um arquiteto com o qual a empresa faz um contrato de risco. Com esses elementos faz-se uma pré- viabilidade, que aprovada leva à negociação e elaboração de um acordo de compra do terreno. As premissas propostas, em termos de orçamento e estudo de massa são revalidadas, e a partir desses dados faz-se a viabilidade e o estudo de massa, que, validando a compra do terreno, levam a efetivação da compra, passando para o macro processo seguinte de desenvolvimento do produto. A fase de iniciação é desenvolvida majoritariamente pela gerência de produto.

Figura 27 – Fluxograma iniciação empresa I



Fonte: arquivo pessoal

Os principais problemas apontados nesta fase estão relacionados aos valores dos terrenos no Espírito Santo, que segundo o entrevistado I1 estão supervalorizados, e a falta de cumprimento de prazos, que atrasa o processo.

#### Caracterização do Processo de Projeto

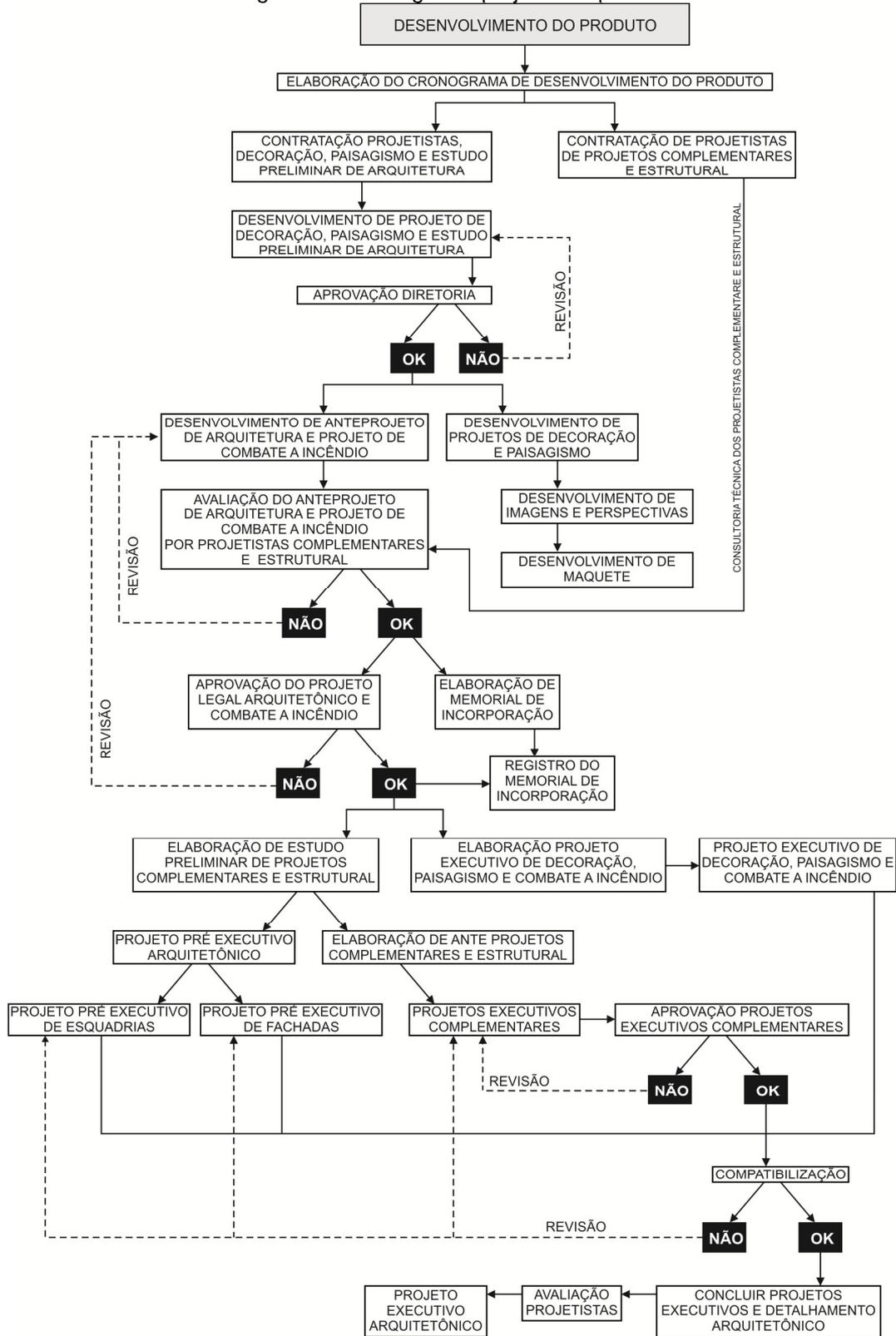
O processo de projeto na construtora I começa com o fim da fase de iniciação e início do desenvolvimento do produto, correspondendo a parte do macro processo de concepção de acordo com as divisões de processo da empresa. A gerência de produto elabora o cronograma para desenvolvimento do produto, que tem um prazo pré-estabelecido de 12 meses até a aprovação do projeto arquitetônico. Em seguida, contrata os projetistas de decoração, paisagismo e de arquitetura. Em paralelo a gerência de projeto contrata os projetistas complementares em um sistema de consultorias técnicas iniciais e desenvolvimento de projetos em um segundo momento (Figura 28).

São desenvolvidos então os projetos de decoração, paisagismo e estudo preliminar de arquitetura, que passam por uma aprovação da diretoria e, aprovados, seguem por dois caminhos distintos. Os projetos de decoração e paisagismo vão nortear o desenvolvimento das imagens e perspectivas do empreendimento, que darão subsídio a criação da maquete. Em paralelo, desenvolve-se um anteprojeto arquitetônico e de proteção e combate a incêndio (PCI) que são avaliados pelos projetistas complementares e, feitos os ajustes necessários, são levados para aprovação. Durante a aprovação é elaborado o memorial de incorporação do empreendimento, e, uma vez aprovado os projetos, há o registro do memorial de incorporação. Esses projetos legais servem de base para o desenvolvimento dos estudos preliminares dos projetos complementares e de estrutura (EPC) e dos projetos executivos de decoração, paisagismo e PCI.

Os EPC, por sua vez, permitirão a confecção do projeto pré-executivo de arquitetura e dos anteprojetos complementares e de estrutura (APC). O projeto pré-executivo de arquitetura dá origem ao pré-executivo de esquadria e de engenharia de fachadas e os APC aos projetos executivos complementares, que necessitando de aprovação em algum órgão são levados à aprovação. Todos os projetos executivos são compatibilizados, passam pelos ajustes necessários e são concluídos, simultaneamente elabora-se o detalhamento da arquitetura. Por fim, há uma

avaliação dos projetistas que participaram do processo e as informações geradas até ali embasam o projeto executivo de arquitetura, que conclui o processo.

Figura 28 – Fluxograma projetos empresa I



Fonte: arquivo pessoal

Durante esse processo a análise crítica é feita pela equipe de projeto a cada entrega de projetos a partir do formulário de análise crítica, como também por reuniões mensais entre os projetistas com o setor de projetos, as quais contam sempre com a participação de um representante da obra. Essas reuniões têm periodicidade mensal e as decisões tomadas nelas sempre são registradas em atas, no caso de alguma interferência ou quando há necessidade de alteração do projeto arquitetônico, entra-se em contato com a gerência de produto para que ela participe também, avaliando as modificações. Além das formas de comunicação já citadas há também a troca constante de e-mails entre os envolvidos.

Os principais motivos de alteração de projetos relatados pelos respondentes foram as interferências entre projetos, que levam a modificações nos projetos executivos em relação à proposta legal, necessidade da obra que muitas vezes executam o serviço de forma diferente do projeto, fazendo com que este seja revisado para se adequar ao que foi feito, e alterações demandadas pela gerência/diretoria da empresa. Quanto aos principais problemas de obra foram citados erros e retrabalhos devido à marcação e execução incorreta das instalações e dos serviços em geral (caimento, etc) e também a má execução das vedações dos vãos. Como causa desses problemas os respondentes citaram a baixa qualidade da mão de obra e falta de acompanhamento da execução do serviço, pois quem executa não segue o projeto e isso não é identificado nas inspeções. Os projetos também são responsáveis por alguns problemas em obra, especialmente por erros e alterações na execução, pois muitas vezes faltam informações nos projetos, ou há impossibilidade de execução do proposto no desenho, ou mesmo falta de compatibilização entre algumas especialidades, que levam a obra a tomar decisões no momento da execução e construir em desacordo com o projeto.

### **Empresa J**

A empresa J é a única empresa da pesquisa cujo foco é o segmento industrial. Fundada há 27 anos, ela desenvolve construção e incorporação próprios, mas sua área de trabalho é a comercial e residencial, desenvolvida através de parcerias com outras construtoras que geralmente ficam responsáveis pelos processos de incorporação, e a industrial, que é seu carro-chefe.

É uma construtora de grande porte, com 1300 funcionários, sendo 500 desses só no Espírito Santo, sediada em Vitória, cujos principais empreendimentos se distribuem no Espírito Santo, Bahia, Paraná, São Paulo, Pernambuco, Mato Grosso do Sul e Maranhão. Nos empreendimentos que atua fora do setor industrial, seu padrão de cliente costuma ser a classe média. Um de seus diferenciais em relação às demais construtoras entrevistadas são as certificações, pois como a maioria possui ISO 9001, obtida em 1998 e PBQP-H nível A, entretanto possui também OHSAS 18001, e é a única da amostra a possuir ISO 14001, ambas adquiridas em 2008.

Com 442 obras realizadas até o ano de 2012, o forte da empresa J são as edificações industriais, uma vez que do total desses edifícios apenas sete são residenciais e aproximadamente 20 são comerciais, ou seja, a grande maioria é de uso industrial. É interessante ressaltar que como as obras residenciais e comerciais são desenvolvidas no sistema de parceria com outras construtoras, são essas que irão desenvolver todo o processo de projeto, sendo a construtora J responsável pela construção do empreendimento, assim nenhum projeto desse tipo é desenvolvido internamente.

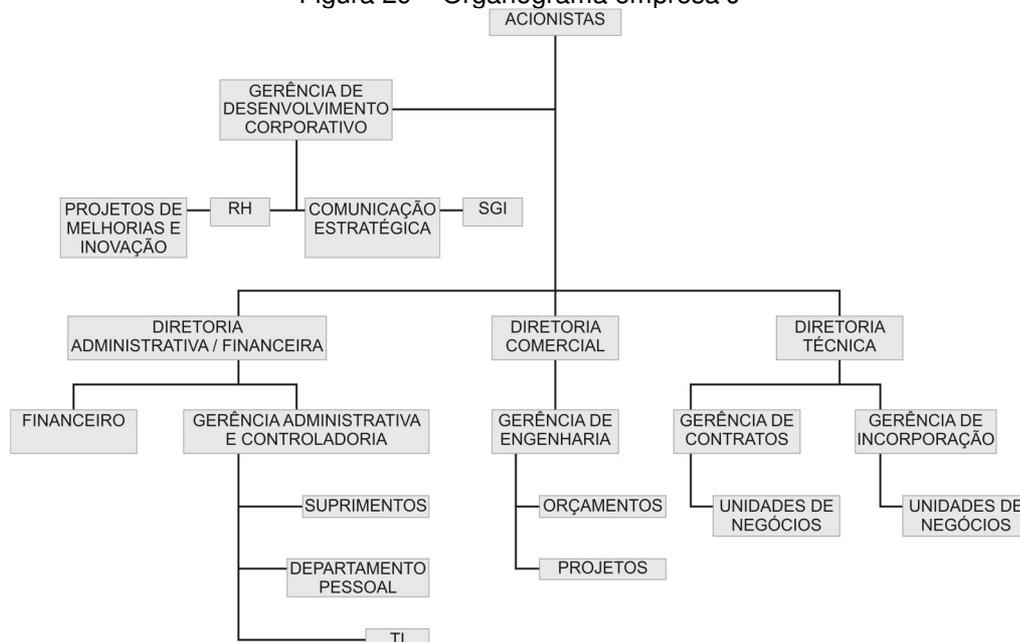
Quanto ao processo relativo aos projetos dos empreendimentos industriais, há algumas particularidades, pois não há uma atividade de incorporação do que diz respeito à procura e compra de um terreno, mas ainda assim existe a fase de projetos e um cliente definido que trará suas exigências a serem satisfeitas. Dito isso, na época da entrevista existiam seis empreendimentos industriais com projetos em desenvolvimento e outros em construção. Dos projetos necessários a uma obra a empresa J contrata todos de terceiros, porém apesar dos projetistas fazerem os cálculos e dimensionamento, o caminhamento das tubulações é feito internamente, e, algumas vezes, os projetos de arquitetura de edifícios, de interiores, as instalações elétricas e SPDA são elaborados internamente. Já a compatibilização de projetos sempre é feita pela empresa.

O respondente da pesquisa possui a formação de engenheiro civil, possui dez anos de empresa, e desempenha o papel de gerente do departamento de engenharia, onde gerencia o desenvolvimento dos projetos para as obras que executam, desde os estudos preliminares para execução do orçamento inicial, até os projetos executivos.

### Estrutura Organizacional

O organograma da figura 29 resume a estrutura da empresa J. Nele é possível observar claramente a estrutura funcional em que a empresa está estabelecida, percebe-se também a presença de quatro níveis: acionistas, diretorias, gerências e os departamentos, o que mostra uma amplitude de controle de quatro, caracterizando a empresa como levemente hierarquizada. Sobre a centralização, pode ser considerada pouco centralizada, pois decisões são tomadas em todos os níveis hierárquicos, de acordo as funções.

Figura 29 – Organograma empresa J



Fonte: arquivo pessoal

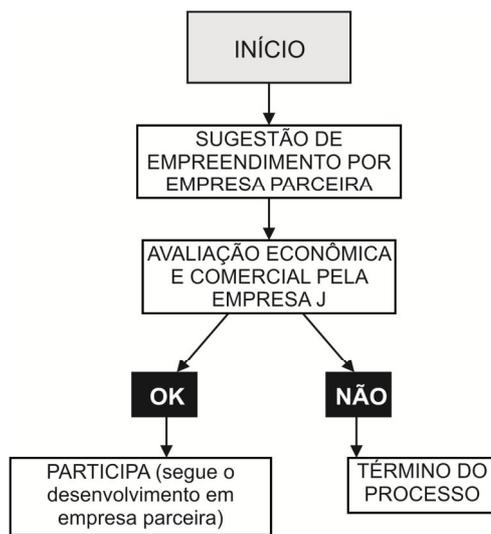
### Caracterização da Fase de Iniciação

Existem duas situações distintas na empresa J. A primeira delas, apresentada na figura 30, acontece para as obras comerciais e residenciais que são realizadas com parcerias com outras empresas. Nessa primeira situação, a empresa J participa apenas avaliando econômica e comercialmente o empreendimento proposto para definir sua participação ou não. Uma vez definida a participação, o processo em si de concepção e de projeto é realizado pela empresa parceira.

Na segunda situação (Figura 31), que é aquela para empreendimentos industriais, o que ocorre é que surge a demanda de um cliente. Esse cliente vai passar informações sobre o que precisa ser construído e também layouts mecânicos e informações básicas sobre cargas os equipamentos. A partir dessas informações as

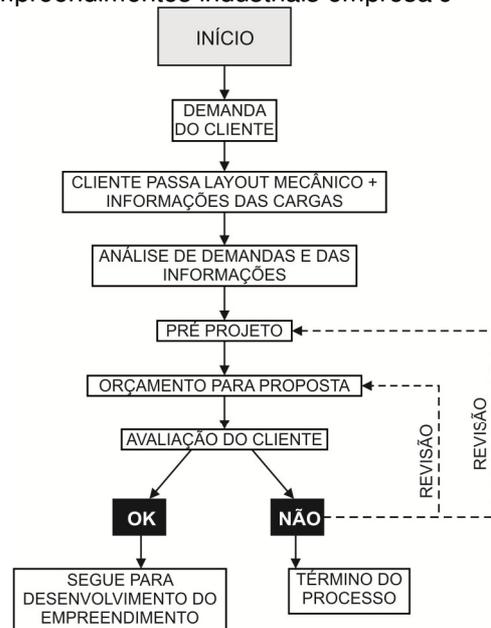
diretorias comercial e técnica fazem uma análise e solicitam ao setor de projetos a elaboração de um pré-projeto. O pré-projeto servirá como base para elaboração do orçamento pelo departamento de orçamento, que juntos permitirão a confecção da proposta da edificação, que será enviada para aprovação pelo cliente. Aprovando-se a proposta segue-se para o desenvolvimento do empreendimento.

Figura 30 – Fluxograma iniciação para obras comerciais/residenciais empresa J



Fonte: arquivo pessoal

Figura 31 – Fluxograma iniciação para empreendimentos industriais empresa J



Fonte: arquivo pessoal

Os problemas relativos à iniciação aqui apresentados dizem respeito à fase de iniciação da figura 31, uma vez que é a única que tem a efetiva participação da empresa J. Os problemas apresentados foram dois, relacionados basicamente aos clientes: indefinição dos clientes, que não apresenta informações suficientes a respeito do que ele precisa construir, e cronograma para realização do empreendimento, onde o cliente exige prazos incompatíveis com o trabalho solicitado.

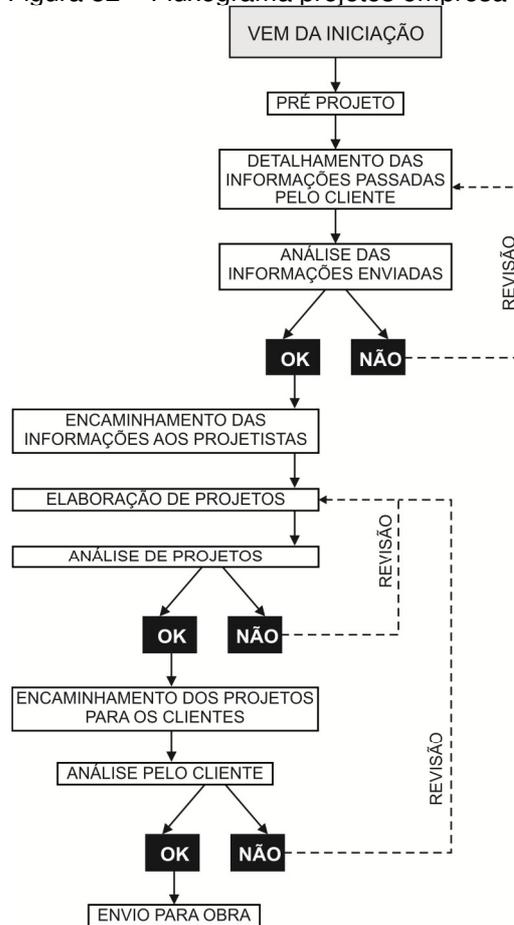
### Caracterização do Processo de Projeto

Como o processo de projeto no caso de empreendimentos habitacionais e comerciais ocorre nas empresas parceiras, será apresentado aqui resumidamente o processo que ocorre no caso dos empreendimentos industriais.

Já na fase de iniciação, com as informações iniciais passadas pelo cliente têm-se início o processo de projeto, com a elaboração dos pré-projetos para confecção dos

orçamentos (Figura 32). Essas informações são complementadas por outras mais detalhadas enviadas pelo cliente, que possui um importante papel em todo o processo uma vez que a demanda parte dele e ele detém as informações necessárias à execução dos projetos (qual tipo de planta, maquinário, etc). Os dados enviados são analisados, definidas as características do empreendimento, quando necessárias mais informações são solicitadas e este material é encaminhado aos projetistas como referência para elaboração de seus projetos. Os projetos são desenvolvidos, passam por análises e compatibilizações feitas a cada entrega pelo setor de projetos. Para isso, o gestor do projeto confere os projetos com base nos dados de entrada, em cima de *check lists* de verificação e também são usados softwares BIM para análise das interferências, havendo necessidade de alterações essas são solicitadas aos projetistas. Esses projetos analisados são então encaminhados ao cliente para que passe por uma análise final e seja certificada a sua adequação ao que foi demandado por ele, com isso o projeto é liberado para obra.

Figura 32 – Fluxograma projetos empresa J



Fonte: arquivo pessoal

Além da presença do cliente e dos projetistas em todo o processo, no setor de projetos existem duas figuras que se fazem extremamente presentes: o coordenador de projetos e o gestor do projeto. O primeiro é responsável pela conexão macro entre os envolvidos, principalmente entre os clientes e projetistas, já o segundo é quem faz as análises e compatibilizações e é o responsável por integrar clientes, projetistas e obra. Todos esses intervenientes se comunicam diariamente através de softwares de gerenciamento de arquivos e e-mails. Ainda há contato através de reuniões presenciais, relatórios mensais passados aos clientes e listas de projetos, que é uma lista de acompanhamento dos projetos atualizada quinzenalmente, que mostra o desenvolvimento de cada projeto, prazos previstos e realizados, e se há necessidade de urgência.

Da mesma forma que na fase de iniciação, grande parte das alterações nos projetos estão relacionadas aos clientes, a falta de informações precisas e as mudanças durante o processo solicitadas pelo cliente geram retrabalho e aumentam o custo do empreendimento. Outro elemento que gera modificações são as interferências entre as disciplinas. Os problemas relacionados à obra que ocorrem com mais frequência dizem respeito a questões de qualificação da mão-de-obra e logística, não tendo sido apresentado nenhum item relativo a projeto. Entretanto, nos problemas ocorridos em obra derivados de falhas de projetos, aparecem as questões de atrasos na obra, dificuldade operacional e insatisfação, gerados por interferências entre projetos e por defasagem de entrega do projeto no que se refere à necessidade de execução do serviço pela obra, muitas vezes essa demora é consequência da falta de informações dos clientes que exige que os projetistas aguardem essas definições para desenvolver seus projetos.