

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**O PAPEL DAS CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS NA ADOÇÃO DA
TECNOLOGIA BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL:
UM ESTUDO PROSPECTIVO**

ROLZELIN ROCCO DE SÁ COUTINHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

PUBLICAÇÃO: SETEMBRO /2015

BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**O PAPEL DAS CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS NA ADOÇÃO
DA TECNOLOGIA BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL:
UM ESTUDO PROSPECTIVO**

ROLZELIN ROCCO DE SÁ COUTINHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ARQUITETURA E URBANISMO.

APROVADA POR:

Prof.º Dr.º Marcos Thadeu Queiroz Magalhães
(Orientador)

Prof.º Dr.º Carlos Eduardo Luna de Melo
(Examinador Interno)

Prof.º Dr.º João da Costa Pantoja
(Examinador Externo)

FICHA CATALOGRÁFICA

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COUTINHO, Rolzelin R. S. (2015). O PAPEL DAS COSNTRUTORAS E INCORPORADORAS NA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL: UM ESTUDO PROSPECTIVO. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, DF, 94p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Rolzelin Rocco de Sá Coutinho.

TÍTULO: O PAPEL DAS COSNTRUTORAS E INCORPORADORAS NA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL: UM ESTUDO PROSPECTIVO.

GRAU: Mestre.

ANO: 2015

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Dissertação de Mestrado e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta Dissertação de Mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Dedico este trabalho a Deus, minha família e meu marido.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, meus familiares e marido a todo apoio e compreensão.

A FAU – UnB pelo ensino e estrutura e ao Professor Marcos Thadeu por toda a ajuda e orientação.

RESUMO

O PAPEL DAS CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS NA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL: UM ESTUDO PROSPECTIVO.

Autor: Rolzelin Rocco de Sá Coutinho

Orientador: Prof.º Dr.º Marcos Thadeu Queiroz Magalhães

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UnB

Brasília, 2015.

O uso da tecnologia BIM tem sido vista pelos especialistas como uma das maiores inovações dentro do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) em todo o mundo. Esta tecnologia permite que as informações da edificação sejam modeladas, armazenadas, trocadas e modificadas de um modo novo, através de um modelo tridimensional virtual da construção, que tem a capacidade de reunir todas as informações necessárias para a construção e gerenciamento desta edificação ao longo de sua vida útil.

Desta forma, o interesse pela tecnologia BIM tem aumentado em todo o mundo, inclusive no Brasil, que tem empresas dando “os primeiros passos” nesta direção. Contudo, por se tratar de uma inovação radical, sua adoção dentro da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) deve ser um esforço coordenado e planejado, para que os reais benefícios de integração das informações propostos pela tecnologia BIM sejam alcançados de forma satisfatória.

Este trabalho tem como proposta investigar o papel que as empresas Construtoras/Incorporadoras de grande porte podem exercer para a aceleração da adoção da tecnologia BIM dentro da CPIC no Brasil. E para isso realizará uma revisão bibliográfica sobre a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção no Brasil (características e esforços para melhoria de qualidade) e sobre a Tecnologia BIM (suas características, benefícios para o processo de projeto e construção, e seu estado no mundo).

Estas informações foram analisadas através de teorias sobre vetores de inovação, competitividade e centralidade em redes sociais. Além disso, foi realizada uma pesquisa para avaliar a percepção do poder destas empresas em relação aos demais agentes da CPIC.

Como resultado da revisão bibliográfica pode-se ressaltar que as construtoras e incorporadoras estão em uma posição estratégica na indústria no que diz respeito à inserção de inovações que impactem toda a cadeia produtiva e com a pesquisa pôde-se observar a tendência que os profissionais atuantes no mercado têm em perceber que elas podem promover e coordenar a adoção da tecnologia BIM no Brasil.

Palavras-chaves: Adoção BIM, Inovação, Indústria da construção.

ABSTRACT

THE ROLE OF CONSTRUCTION COMPANIES ON ADOPTING BIM TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION INDUSTRY IN BRAZIL

Author: Rolzelin Rocco de Sá Coutinho

Dr.º Marcos Thadeu Q. Magalhães

**Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UnB
Brasília, 2015.**

The use of BIM technology is seen by experts as one of the greatest innovations in Architecture, Engineering and Construction (AEC) worldwide. This technology allows to model, store, share and modify building information in a new way, through a virtual three-dimensional model of the building, which has the ability to hold all the necessary information for construction and management of a building throughout its life cycle.

The interest in BIM has been increasing around the world, including in Brazil, where companies are in their first steps in this direction. However, BIM adoption within the Supply Chain of Construction Industry (SCCI) must be a coordinated and planned effort, for achieving the real benefits of integration offered by the technology and framework.

This thesis aims to explore the hypothesis that "large construction companies" are key agents for accelerating the adoption of BIM within the SCCI in Brazil. We review the current literature on the Supply Chain of Construction Industry in Brazil (characteristics and efforts to improve quality) and BIM technology (its characteristics, benefits to the process of design and construction, and their status in the world) . In addition, we applied a questionnaire to test the perception of the power of these companies in relation to other agents of CPIC.

As a result of the literature review, we emphasize the centrality of construction companies within industry regarding the inclusion of innovations that impact the entire production chain.

Keywords: BIM adoption, Innovation, Construction industry.

LISTA FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da dissertação.....	4
Figura 2 - VABpb da produção Industrial	5
Figura 3 - Participação Percentual dos Grupos de Produtos e	6
Figura 4 - Composição da cadeia produtiva da construção civil – 2009 (participação no valor agregado total).....	7
Figura 5 - Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC).....	8
Figura 6 - Participação das atividades do subsetor de edificações – 2009	10
Figura 7 - Distribuição Percentual do Número de Empresas e Empregados e Valores Gerados – 2011	11
Figura 8 - Quadro de etapas do empreendimento	12
Figura 9 - Ciclo da qualidade da incorporação imobiliária.....	14
Figura 10 - Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento.....	16
Figura 11 - Relação custo do projeto e custo total do empreendimento.	16
Figura 12 - Cinco forças de Porter	30
Figura 13 - Ocorrências do termo "BIM" em Editais	50
Figura 14 - Carreiras Públicas com solicitação do termo "BIM" no edital.....	51
Figura 15 - Dificuldades para implantação da tecnologia BIM	53
Figura 16 - Modelagem do Processo atual de uma construtora.	59
Figura 17 - Modelagem do processo em BIM de uma construtora portuguesa.	60
Figura 18 - Rede não direcional simples da CPIC	70
Figura 19 - Perfil dos respondentes: Cargo Ocupado	74
Figura 20 - Perfil dos respondentes: Porte da empresa.....	75
Figura 21 - Perfil dos Respondentes: Ramos de atividade.....	75
Figura 22 - Relacionamento com as construtoras/incorporadoras	76
Figura 23 - Questão Central: Agentes da CPIC	77
Figura 24 - Questão Central: Percepção dos funcionários de construtoras.....	78

LISTA TABELAS

TABELA 1 - Os fatores que dificultam as atividades de inovação.....	28
TABELA 2 - Porcentagem de adoção do BIM.....	43
TABELA 3 - Guias BIM Obrigatórios em Cada País e sua Taxa de Implantação.....	48
TABELA 4 - Marcos da adoção da Tecnologia BIM no Brasil	52

LISTA ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAT	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Indústria
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	<i>American Institute Of Architects</i>
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
BIM	<i>Building Information Model</i>
CAAD	<i>Computer Aided Architectural Design</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>
CBIC	Câmara brasileira da indústria da construção
CEF	Caixa Econômica Federal
CIC	<i>Computer Integrated Construction Research Program</i>
CPIC	Cadeia Produtiva da Indústria da Construção
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GBCB	<i>Green Building Council do Brasil</i>
GBCI	<i>Green Building Council Institute</i>
GSA	<i>General Services Administration</i>
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>

HKCIC	<i>Hong Kong's Construction Industry Council</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
INCC	Índice Nacional da Construção Civil
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NABERS	<i>National Australian Buildings Environmental Rating System</i>
NBS	<i>National BIM Survey</i>
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PBS	<i>Public Buildings Service Office</i>
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PROCON	Instituto de Defesa do Consumidor
RICS	<i>Royal Institution of Chartered Surveyors</i>
VABpb	Valor Adicionado Bruto (a preços básicos)

INDICE

RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA FIGURAS.....	vii
LISTA TABELAS	viii
LISTA ABREVIATURAS	ix
INDICE	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa	1
1.2 Problema	2
1.3 Hipótese.....	2
1.4 Objetivo geral.....	2
1.5 Objetivos específicos	2
1.6 Método	2
1.7 Estrutura	3
2 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	5
2.1 A cadeia produtiva da indústria da construção.....	5
2.1.1. Descrição dos componentes da CPIC	6
2.2 Caracterização das construtoras/ incorporadoras	9
2.2.1. O produto edificação residencial	9
2.2.2. Atuação e importância	11
2.2.3. Estrutura interna.....	12
2.2.4. Mapeando o Contexto: a Rede de colaboradores.....	15
2.3 Qualidade, tecnologia e Inovação na CPIC.....	18
2.3.1. Problemas da CPIC	18
2.3.2. Esforços para melhoria.....	20
2.3.3. Oportunidades e Desafios	23
2.4 Avaliação do potencial das construtoras/ incorporadoras para influenciar a introdução de	

inovações	26
2.4.1. Inovação e a CPIC	26
2.4.2. Forças competitivas	29
Tópicos Relevantes do Capítulo 2	32
3 TECNOLOGIA BIM.....	34
3.1 Os precursores: Sistemas CAD (Computer Aided Design).....	34
3.2 Modelagem da Informação da Construção	37
3.3 Adoção da tecnologia BIM : Brasil e mundo.....	42
3.3.1. Cenário de adoção mundial.....	42
3.3.2. Cenário de adoção mundial.....	48
3.4 Implantação da tecnologia BIM	55
3.5 Empresas construtoras/incorporadoras: vetores e estruturadores da adoção da tecnologia BIM na CPIC no Brasil	62
Tópicos Relevantes do Capítulo 3	66
4 PROPOSTA	68
4.1 Procedimento metodológico.....	68
4.2 Aplicação.....	69
4.3 Considerações sobre a pesquisa	71
4.3.1. Elaboração do questionário.....	71
4.3.2. Aplicação do questionário.....	73
4.3.3. Análise dos resultados.....	74
5 CONCLUSÃO.....	80
Sugestões para futuras pesquisas	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXO – Questionário	89

1 INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia BIM tem sido vista pelos especialistas como uma das maiores inovações dentro do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) em todo o mundo. Essa tecnologia permite que as informações da edificação sejam modeladas, armazenadas, trocadas e modificadas de um modo novo, integrado, centrado num modelo tridimensional virtual da construção, que passa a reunir todas as informações necessárias para a construção e gerenciamento da edificação ao longo de sua vida útil.

Desta forma, o interesse por BIM tem aumentado em todo o mundo, inclusive no Brasil, no qual empresas estão ainda dando “os primeiros passos” na incorporação dessa tecnologia. Contudo, por se tratar de uma inovação radical, sua adoção dentro da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) deve ser um esforço coordenado e planejado, para que os reais benefícios de integração das informações propostos pela tecnologia BIM seja alcançados e utilizados de forma satisfatória, eficiente e eficaz.

1.1 Justificativa

Dificuldades e barreiras que têm sido encontradas pelos agentes participantes do setor da construção na tentativa de adoção do BIM apontam a necessidade de um estudo que pense uma estratégia efetiva para a adoção da tecnologia BIM em toda a cadeia, e não somente em certas atividades, como acontece atualmente (SOUZA, 2009). Somente uma ação coordenada, com uma visão sistêmica poderá conduzir de forma bem sucedida à adoção da tecnologia BIM no cenário nacional, pois ainda existem muitas dificuldades a serem superadas.

Grande parte dos estudos sobre o tema BIM têm tido como ambiente de desenvolvimento e investigação apenas os escritórios de projeto, e muitas vezes pondo em foco apenas os benefícios para a produção dos projetos, o que já traz muitos benefícios no desenvolvimento de um empreendimento imobiliário, visto que, 35% a 50% das falhas em edifícios têm origem na etapa de projeto, ou seja, a falta de qualidade da troca e produção de informações durante a fase de projeto (MESSEGUER, 1991).

Por outro lado, há estudos que apontam para um papel relevante das construtoras/incorporadoras de grande porte dentro da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) e na significativa melhoria que poderia ser alcançada com a adoção da tecnologia BIM por toda a indústria.

É sob essa perspectiva, a visão que abrange toda a CPIC e não somente a adoção em um ambiente corporativo, que este trabalho é desenvolvido.

1.2 Problema

O problema de pesquisa colocado aqui está resumido na seguinte questão: como desenvolver uma estratégia de implantação da tecnologia BIM considerando as especificidades da CPIC no Brasil?

1.3 Hipótese

Em resposta ao problema colocado, indica-se que a análise da CPIC e o uso de ferramentas de análise de redes sociais, aplicados sobre modelos da CPIC já desenvolvidos, fornecem indicativos de pontos estratégicos para a implementação da tecnologia BIM na CPIC brasileira.

1.4 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de diretrizes estratégicas para a efetiva implementação da tecnologia BIM na indústria da construção civil brasileira.

1.5 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificação de agentes centrais no processo de empreendimento dentro da CPIC;
- Identificação da influência dos agentes centrais sobre os demais agentes da CPIC;
- Identificação do potencial para coordenar o processo de inovação na adoção da tecnologia BIM.

1.6 Método

Este trabalho foi dividido em duas partes: a primeira é baseada em pesquisas bibliográficas que foram agrupadas em dois grandes temas:

a) Para o embasamento sobre o objeto de estudo, foram pesquisados temas sobre a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção, as Construtoras e incorporadoras, a tecnologia BIM. Para esta área foram utilizados dados de pesquisas anteriores, dados censitários, dados de pesquisas de mercado e setoriais que ajudassem a estabelecer uma caracterização sobre os três temas.

b) Para a análise dos dados e embasamento da proposta, foram pesquisados temas como vetores para inovação, forças competitivas e análise da centralidade em redes sociais. Para esta área foi utilizado referencial teórico que pudesse auxiliar no entendimento e análise das informações levantadas pela primeira área, utilizando-se para isso de estudos sobre os temas, quando possível

aplicados à indústria da construção.

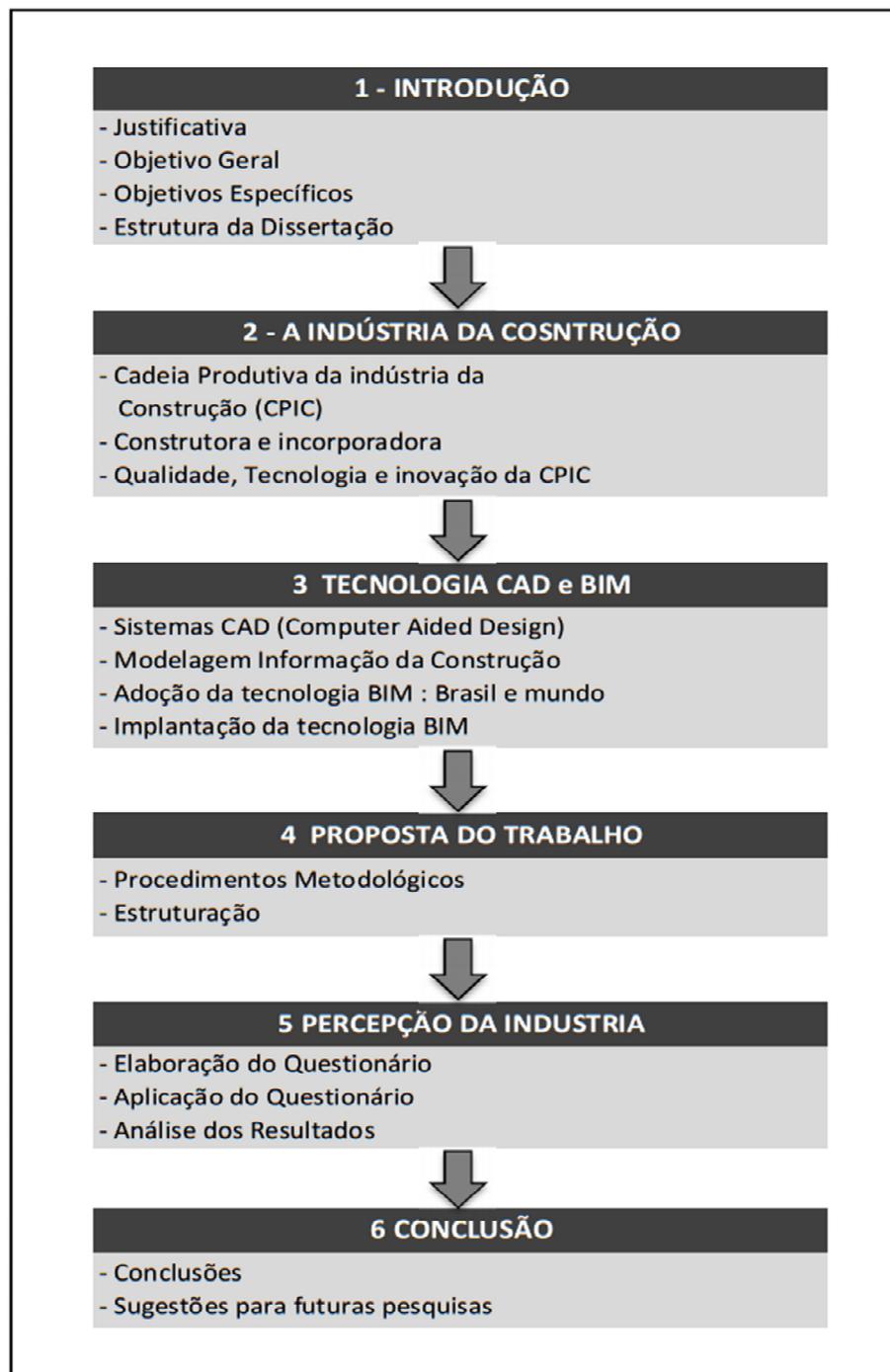
A segunda parte do trabalho é baseada na pesquisa de avaliação da percepção que diferentes agentes da CPIC têm em relação ao papel e a força das empresas construtoras/incorporadoras de grande porte na aceleração da adoção da tecnologia BIM no Brasil.

1.7 Estrutura

Esta dissertação foi estruturada da seguinte forma:

- **Capítulo 1:** introdução ao tema e ao trabalho, apresentando objetivos, proposta, método e estrutura.
- **Capítulo 2:** Apresentação de uma caracterização sobre a Cadeia Produtiva da indústria da construção, sobre as construtoras e incorporadoras e sobre os problemas e esforços para melhorias que têm ocorrido na CPIC, como o Código de Defesa do Consumidor e seus impactos, as certificações de qualidade, a Norma de desempenho nas edificações, entre outros.
- **Capítulo 3:** Apresenta uma revisão sobre tecnologia CAD e a tecnologia BIM, o estado de adoção da tecnologia BIM no mundo e no Brasil, e as teorias que alguns autores desenvolveram sobre a implantação da tecnologia BIM nas empresas.
- **Capítulo 4:** Este capítulo apresenta, com base na revisão bibliográfica, a proposta metodológica para a leitura e análise da CPIC.
- **Capítulo 5:** Este capítulo apresenta a pesquisa realizada através de questionários, que tem por objetivo prospectar a percepção que os agentes da CPIC atuantes no mercado têm em relação ao poder que uma empresa construtora/incorporadora possui para influenciar a implantação da tecnologia BIM entre seus parceiros e fornecedores.
- **Capítulo 6:** Este capítulo apresenta a conclusão do trabalho e sugestão para futuras pesquisas.

Um diagrama com uma sistematização da estrutura deste trabalho pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura da dissertação

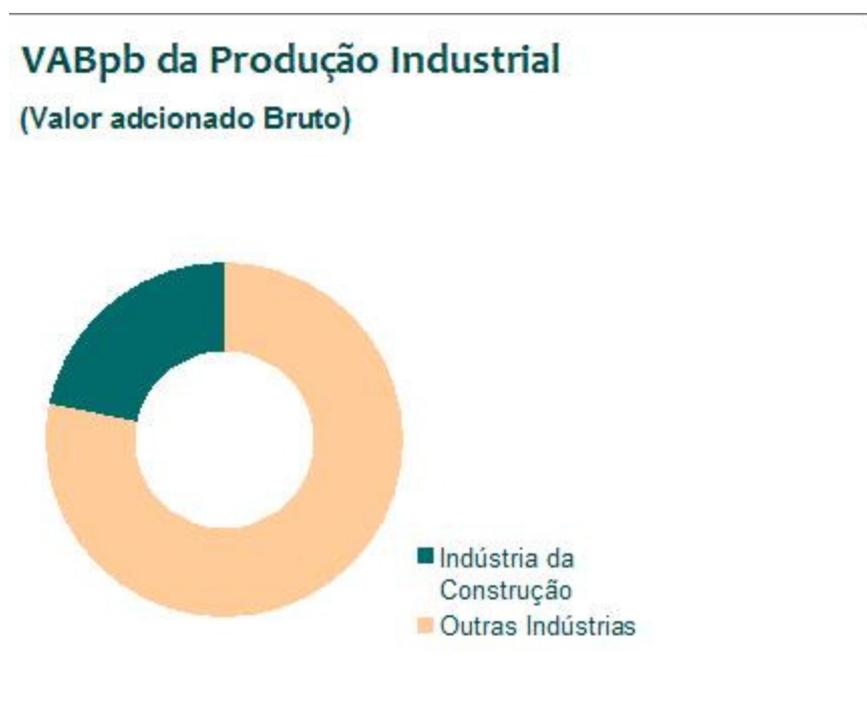
Fonte: Elaborado pela autora

2 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

2.1 A cadeia produtiva da indústria da construção

O setor de construção civil possui grande importância para a economia nacional, representando aproximadamente 5% do Valor produzido (VABpb)¹ do Brasil no ano de 2012, o que significa quase 20% do todo valor produzido pela indústria do Brasil (ver Figura 2), segundo os últimos dados divulgados pela CBIC (2013).

Figura 2 - VABpb da produção Industrial



Fonte: PAIC, IBGE, 2011

Dentre os produtos da indústria da construção como um todo, as obras de infraestrutura têm maior peso, R\$ 103,7 bilhões (cerca de 44,0%), seguidas dos serviços especializados (16,8%) e das obras não residenciais (14,9%). Cabe destacar que os serviços especializados, embora computados separadamente, também estão envolvidos na produção dos demais.

Além dos três citados, a indústria da construção ainda conta com outros dois tipos de

¹ VABpb - Valor Adicionado Bruto (a preços básicos). Extraído da tabela: Valor Adicionado Bruto (a preços básicos) - Construção Civil. . Fonte: IBGE - Sistema de Contas Nacionais Brasil. Contas Nacionais Trimestrais: Nova Série 2006. Elaboração: Banco de Dados - CBIC.

produtos relevantes. Segundo informações da PAIC² (*Pesquisa Anual da Indústria da Construção*) referente ao ano de 2011, realizada e divulgada pelo IBGE, do valor total produzido pela indústria da construção no referido ano (R\$ 235,6 bilhões), aproximadamente 24,3% deste corresponde somente à Incorporação de empreendimentos imobiliários e obras residenciais.

Estes dois subsetores têm em comum a produção de edificações residenciais e, ao se isolar somente este produto (desconsiderando serviços de reformas residenciais) este passa a ser o produto de segundo maior peso dentro da produção do setor, com o valor de R\$ 44,2 bilhões, aproximadamente 18,8% do total da indústria da construção neste ano.

Figura 3 - Participação Percentual dos Grupos de Produtos e os Serviços da Construção no Brasil



Fonte: PAIC, IBGE, 2011

Sendo este um produto de tamanha relevância para a indústria da construção, consegue-se entender a importância e dos impactos que iniciativas que abordem este tipo de produção podem gerar.

2.1.1. Descrição dos componentes da CPIC

Mesmo sendo um setor de grande importância econômica no cenário nacional, a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção não possui a estrutura e a articulação de outros tipos de indústrias com produção seriada. Sua produção envolve muitas vezes a unicidade do produto, que ao invés de ser executado e controlado em ambiente fabril será executado em um ambiente externo,

² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Pesq. anual Ind. Constr.*, Rio de Janeiro, v. 21, p.1-98, 2011.

envolvendo diversos fatores que irão influenciar sua produção.

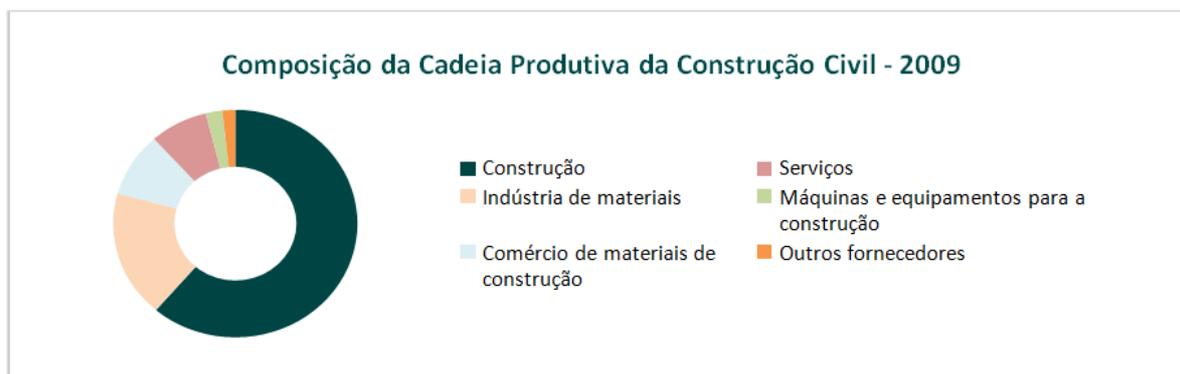
A complexidade na relação entre os envolvidos na produção da construção também é grande, pois envolve diversos agentes com diferentes interesses, diferentes necessidades de informação e de produção dos seus produtos ou serviços, e diferentes estratégias comerciais. Contudo, todos estes agentes devem produzir uma única edificação completa, com alto nível de especificidade e complexidades que atendam às necessidades dos clientes finais.

Ao término de um empreendimento de edificação, as relações estabelecidas para a produção desta podem ser dissolvidas e não há garantias que os mesmos agentes atuem novamente em conjunto para a realização de uma nova edificação, fazendo com que a configuração da cadeia produtiva tenha um aspecto dinâmico, influenciado por diversos fatores de mercado, como preço, demanda, competitividade, entre outros.

Os agentes envolvidos para a realização de uma edificação pertencem a diferentes setores, passando desde a indústria da mineração e química, até serviços financeiros, comércio de materiais e componentes, setores de projeto e consultoria, tecnologia, entre outros.

O perfil da CPIC foi descrito pelo estudo Construção Civil: Cenários e Perspectivas (MIRANDA, 2011), e pode ser visto na figura abaixo.

Figura 4 - Composição da cadeia produtiva da construção civil – 2009 (participação no valor agregado total).

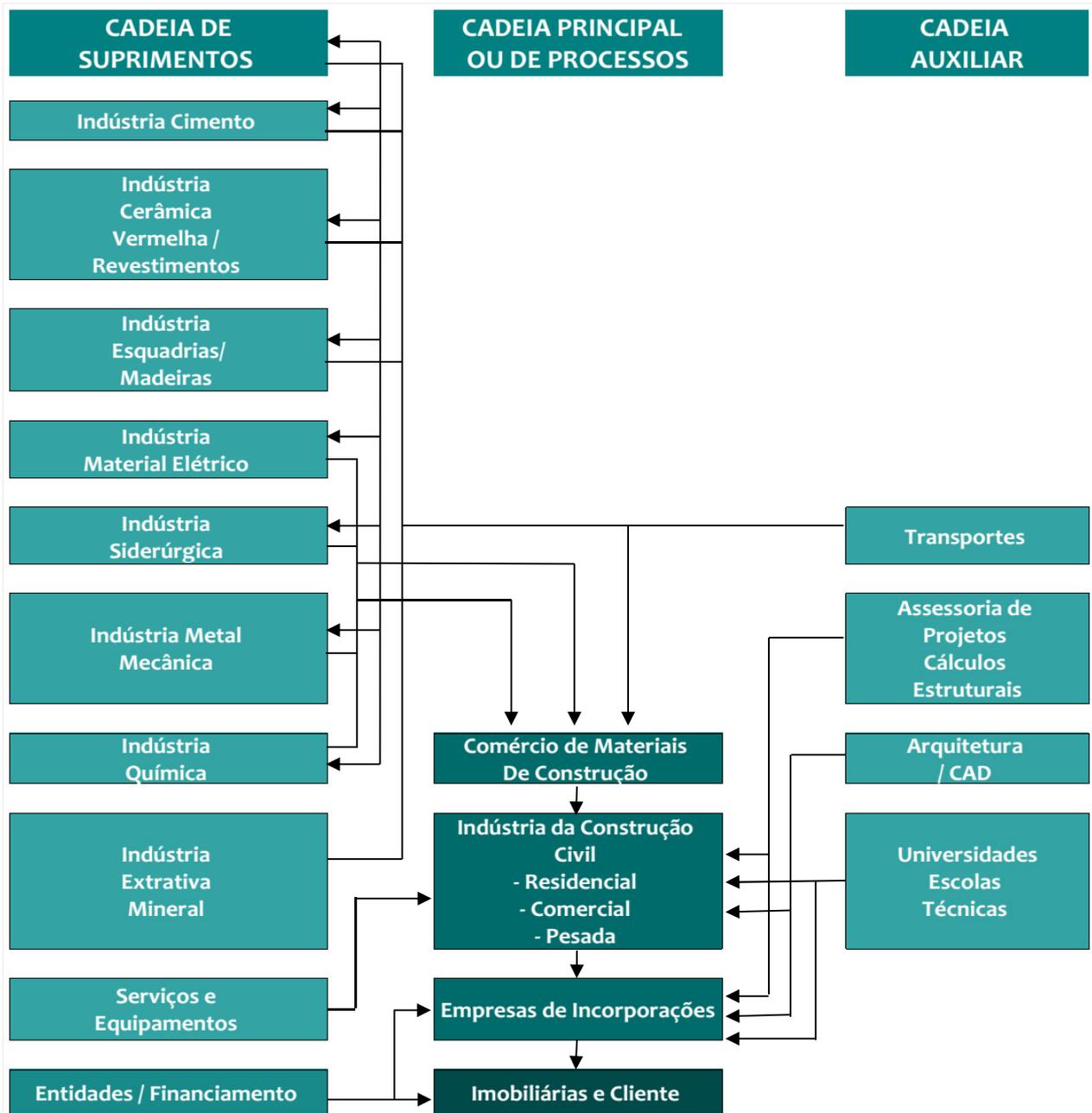


Fonte: Miranda (2011)

Pode-se observar que o agente de maior peso sobre o valor agregado total é aquele envolvido diretamente com as atividades de construção, seguido pela indústria e comércio de materiais e de máquinas e equipamentos, embora outros agentes também participem em menor parte.

Blumenshein (2004) descreve a relação entre os agentes dentro da cadeia produtiva da indústria da construção (CPIC), destacada na figura a seguir.

Figura 5 - Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC).



Fonte: Blumenshein (2004)

Nela verifica-se a diversidade de agentes que alimentam as atividades do subsetor núcleo, a indústria da construção civil, sendo este gerador das atividades dos outros agentes da cadeia, onde todos os materiais, serviços e equipamentos são utilizados para a realização da construção da edificação.

A figura também esclarece as cadeias internas do setor, sob as quais foram agrupados determinados segmentos de atividades. São apresentadas a cadeia de suprimentos, a cadeia principal (ou de processos) e a cadeia auxiliar. A cadeia de suprimentos fornece a indústria da construção todos os materiais, serviços, equipamentos e recursos financeiros que serão utilizados para a execução da obra. Enquanto isso, a cadeia auxiliar fornece projetos, conhecimento técnico e científico que estarão envolvidos no desenvolvimento, especificação e detalhamento da edificação a ser executada no canteiro. Também fazem parte dela serviços que dão estrutura a algumas outras atividades, como transporte e tecnologia.

A cadeia principal, ou de processos, é, como dito anteriormente, o local onde se encontra o núcleo de todo o setor, onde ocorre a execução propriamente dita da construção. É responsável por especificar o objeto a ser construído, planejar, orçar, executar, controlar e verificar a qualidade de todas as atividades executadas, serviços prestados e materiais empregados no ato da construção.

Em alguns casos estas responsabilidades estão a cargo de uma empresa construtora/incorporadora, que além de todas estas atividades para a construção, também atua na interface com o usuário final, sendo responsável pela comercialização do produto final e por sua assistência técnica. Embora seja comum a atuação de empresas que são ao mesmo tempo construtoras e incorporadoras, também é comum a associação de empresas construtoras com empresas responsáveis pela incorporação imobiliária para o desenvolvimento de novos empreendimentos imobiliários.

Dada a sua posição central dentro da CPIC, a construtora/incorporadora apresenta interface com a maioria dos outros agentes, dos diferentes setores, como estão representadas pelas setas mostradas na Figura 5.

A descrição da CPIC feita por Blumenshein (2004) é fundamental para a compreensão da dinâmica produtiva da CPIC e do peso da influência que certos agentes possuem sobre uma parcela significativa da CPIC. Assim, o papel central e de gerador de demanda das empresas Construtoras/incorporadoras nas relações com as outras cadeias dentro da CPIC fica explicitado. Essa informação embasa este trabalho a focar nas empresas construtoras/incorporadoras como um agente com potencial capacidade de influência dentro da CPIC.

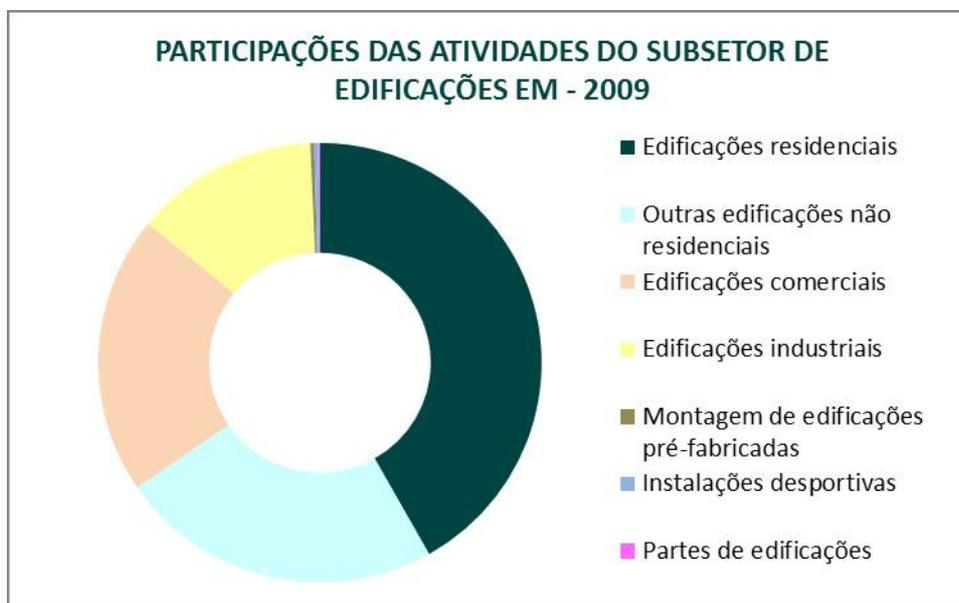
2.2 Caracterização das construtoras/ incorporadoras

2.2.1. O produto edificação residencial

Como já dito anteriormente, dentro da construção civil, depois das obras de infraestrutura, o

produto edificação residencial fica em segundo lugar, chegando a representar um terço de toda a produção (aproximadamente 33,57%), como ilustrado pela figura abaixo.

Figura 6 - Participação das atividades do subsetor de edificações – 2009



Fonte: BNDES (2011)

A edificação residencial também possui um valor social, vista a demanda que a sociedade tem por habitação, e o grande déficit habitacional existente no Brasil. Segundo dados levantados pelo relatório Perspectivas do Investimento 2010-2013 (BNDES, 2011), existe um déficit de 6,4 milhões de novas moradias (somente em áreas urbanas). Além disso, o relatório também considerou déficits qualitativos, informando que aproximadamente 31,2% dos domicílios urbanos têm alguma carência de infraestrutura e que mais de 1,5 milhão de habitações são consideradas precárias.

Com o intuito de diminuir o déficit habitacional, o Governo Federal lançou, em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), com medidas de incentivo fiscal às construtoras e de financiamento aos consumidores de baixa renda. Segundo o site oficial do programa, até o ano de 2014 já haviam sido construídas 1,81 milhões de unidades. Este programa estimulou a produção da construção civil nos anos subsequentes e contou com a participação de grandes construtoras/incorporadoras nacionais. O programa já passou por outras fases, estabelecendo novos incentivos à produção.

Devido aos números que envolvem este subsetor, tanto nos valores produzidos, quanto nas demandas a serem atendidas, a edificação residencial representa um produto e um processo de produção que atrai um grande número de empresas construtoras e incorporadoras, e esta característica estimula, ou deveria estimular, a busca por melhorias de processos internos de cada empresa para atender a grande demanda e se manter competitiva em um mercado com vários

concorrentes.

2.2.2. Atuação e importância

Na Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC/IBGE), sobre o ano de 2011, foi descrita a constituição do setor de construção de edifícios no que diz respeito ao número de empresas ativas, ao montante de pessoal ocupado e aos valores gerados. O levantamento dividiu as empresas do setor em três grupos de acordo com a quantidade de funcionários: de 1 a 4 funcionários, de 5 a 29 funcionários e com mais de 30 funcionários. Como pode ser visto na Figura 7, embora a quantidade de empresas de grande porte (com mais de 30 funcionários) seja inferior a 20% das empresas ativas, elas respondem por quase 80% do pessoal ocupado na atividade de construção de edifícios e também por aproximadamente 80% dos valores gerados por esta atividade. Esta informação ressalta a relevância das construtoras/incorporadoras de grande porte e reforça o entendimento de que são elementos de grande influência sobre das atividades da CPIC, pois além de ocupar posição central dentro da cadeia produtiva, elas, embora sejam em número reduzido em relação a quantidade total de empresas, possuem grande poder econômico e produtivo, sendo capaz de estabelecer mercados e demandas de forma mais impactante para os seus fornecedores do que o restante das mais de 80% das empresas ativas de pequeno porte que atuam no setor

Figura 7 - Distribuição Percentual do Número de Empresas e Empregados e Valores Gerados – 2011



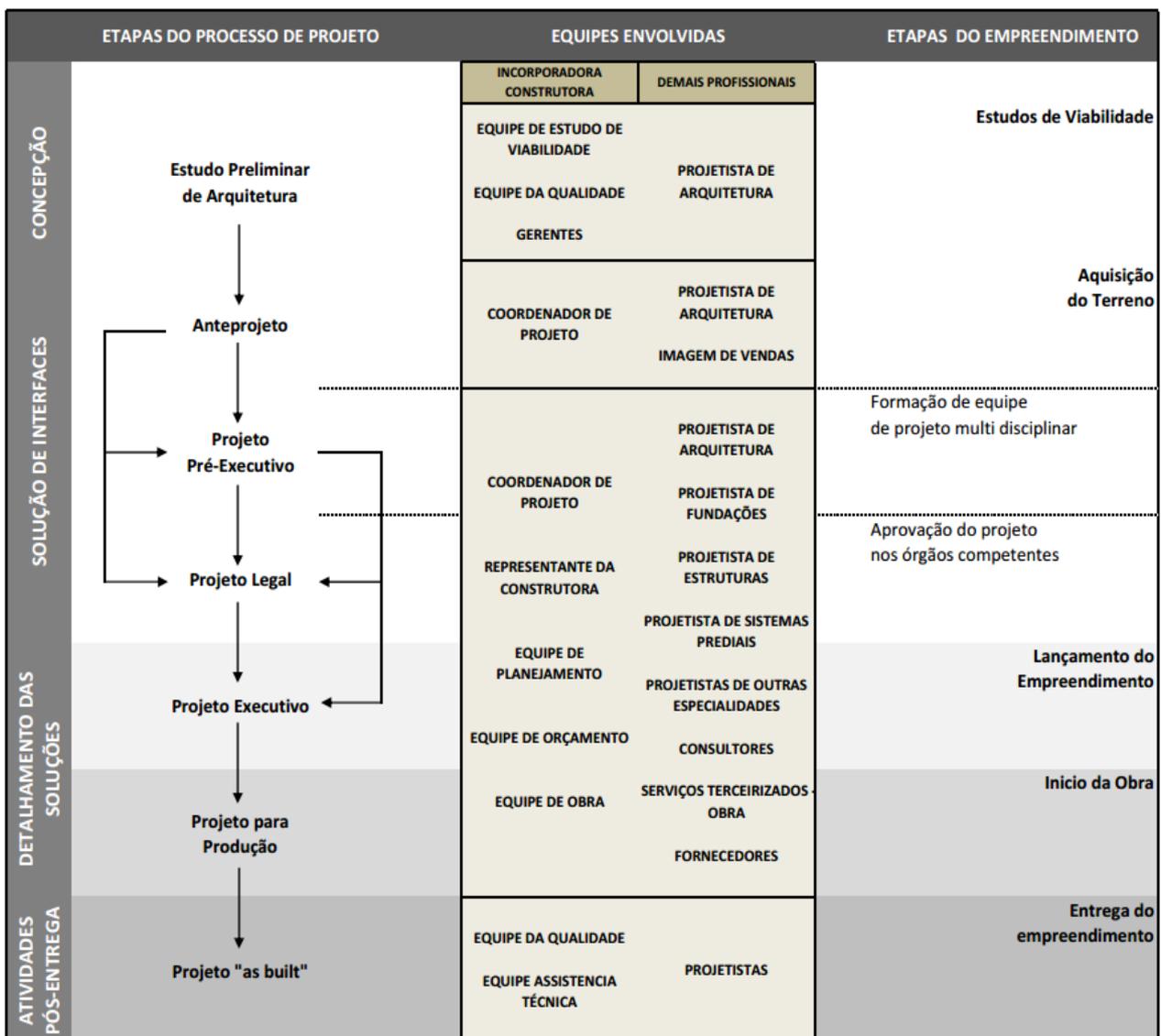
Fonte: IBGE (2012)

2.2.3. Estrutura interna

A Incorporadora/construtora pode ser vista como o principal promotora e o agente central para a produção do empreendimento imobiliário. Ela é responsável por especificar qual será o empreendimento, contratar os projetos, fazer o planejamento e orçamento, estabelecer fornecedores (materiais, equipamentos, serviços, projetos, etc.) e gerenciar todas as relações necessárias para a produção.

A forma como ela gerencia todas estas atividades e atores é fundamental para o sucesso do empreendimento. Por isso é estratégico para uma empresa deste tipo garantir a melhoria contínua dos processos de produção de seus empreendimentos para se manter competitiva no mercado, que está cada vez mais caracterizado pela grande concorrência, e pouca margem para erros.

Figura 8 - Quadro de etapas do empreendimento



É comum encontrar empresas construtoras/incorporadoras que estruturam seus processos de negócios de forma a permitir a o melhor desempenho no processo de definição-desenvolvimento-construção-entrega de um empreendimento. Conceitos como gestão da qualidade, de processos e de projetos estão sendo incorporadas as rotinas das empresas da área.

Na Figura 8, adaptada de Souza et. al (2004), pode ser observado um esquema das etapas do empreendimento e a sua correspondência com as etapas de projeto e as equipes envolvidas nestes processos. Através dele observa-se a atuação de equipes de trabalho da empresa construtora/incorporadora nas diferentes etapas do processo.

Sua constante atuação em todo o processo de empreendimento realça seu papel de agente centralizador e organizador do fluxo de informações do projeto desde a concepção e estudo de viabilidade até a especificação da produção no canteiro, indo além do término da obra ao exercer atividades de assistência técnica e avaliação pós-ocupação.

Fontenelle (2002) apresenta o ciclo da qualidade da incorporação imobiliária, onde se observa a interface entre a construtora e alguns outros agentes necessários para a realização da incorporação, como assessorias jurídicas e imobiliárias, projetistas e outras empresas prestadoras de serviços de marketing e vendas. Este ciclo expande o entendimento do processo de incorporação para além dos processos de projeto, e reafirma o papel principal das empresas construtoras/incorporadoras para a promoção do empreendimento.

Destaca-se, também, como as etapas do processo de incorporação se encadeiam e realimentam com informações da incorporação anterior o processo de novas incorporações, estabelecendo um ciclo de melhoria contínua. Essa condição torna ainda mais importante o correto fluxo e armazenamento das informações das experiências de empreendimentos anteriores, pois elas serão parâmetros de novas iniciativas.

A questão da gestão da qualidade em empresas construtoras/incorporadoras vem sendo abordada por diferentes autores (MELHADO, 1994; SOUZA, 2004), e, nos últimos anos, tem se tornado um padrão da indústria a sua aplicação nos processos destas empresas. Empresas de maior porte têm ainda investido em adequações e padronizações de processos para a obtenção de certificações, fazendo com que manuais de qualidade documentem seus processos e mantenham a qualidade através do tempo, mesmo com a atuação de diferentes equipes.

Figura 9 - Ciclo da qualidade da incorporação imobiliária



Fonte: Fontenelle (2002)

A documentação dos chamados “Padrões de qualidade e de processos internos” pode ser visto como uma forma de manter a “inteligência organizacional”, ou o conhecimento de “como fazer”, desenvolvido pela empresa ao longo do tempo. Este tipo de condição torna as empresas construtoras e incorporadoras de médio e grande porte singulares do ponto de vista de controle dos processos quando comparadas às empresas que não possuem um comprometimento com a gestão da qualidade.

Por mais esta razão, o foco deste trabalho centra-se sobre aquele grupo de empresas, pois elas já possuem o conhecimento necessário sobre sua condição atual, problemas e padrões de trabalho, permitindo um mapeamento claro do objeto de estudo deste trabalho. Outras empresas que não possuam ainda esta condição estão em um estágio de desenvolvimento que não permitiriam tomadas de decisões adequadas para uma mudança de processos. Deverão, obrigatoriamente, passar por uma fase de levantamento destas informações para se propor algum tipo de mudança.

2.2.4. Mapeando o Contexto: a Rede de colaboradores

A rede de relações estabelecidas entre uma incorporadora e as empresas construtoras (cadeia principal ou de processos), os fornecedores de material e mão de obra (cadeia de suprimentos), e as equipes de projeto e consultorias (cadeia auxiliar) durante o processo de produção de um edifício residencial podem diferir de outro edifício residencial, mesmo este possuindo características e padrões construtivos semelhantes ao anterior e ainda que ambos tenham sido feitos pela mesma empresa incorporadora/construtora.

Esta variação das relações de agentes envolvidos na produção pode acontecer em decorrência de diversos fatores característicos da própria indústria (MESEGUER, 1991). Um deles está relacionado ao fator itinerante dela (a indústria se desloca até o local de produção), o que pode acarretar em limitações e dificuldade em se manter determinados fornecedores, materiais, componentes e processos. O outro seria a produção de edifícios que geralmente são únicos, não repetitivos, dificultando assim a padronização do trabalho e das formas de organização.

Além destas características inerentes a indústria que impactam na seleção de fornecedores de forma geral, Zegarra et al. (1999) destaca que *“diante das características atuais do mercado, não existem custos de mudança de fornecedores, o que leva grande parte das construtoras a mudar constantemente de projetistas, na busca de menores preços.”*

Esta característica, a busca de menores custos, por um lado proporciona a empresa construtora/incorporadora alcançar valores mais competitivos em seus produtos finais, mas por outro pode gerar um processo de desenvolvimento das fases de projeto e execução mais propenso a erros, se não houver um controle de qualidade dos produtos e serviços que são prestados pelos fornecedores. Isto porque estes podem não estar totalmente cientes do nível de qualidade esperado de seus serviços nem do padrão de qualidade estabelecido pela empresa construtora/incorporadora.

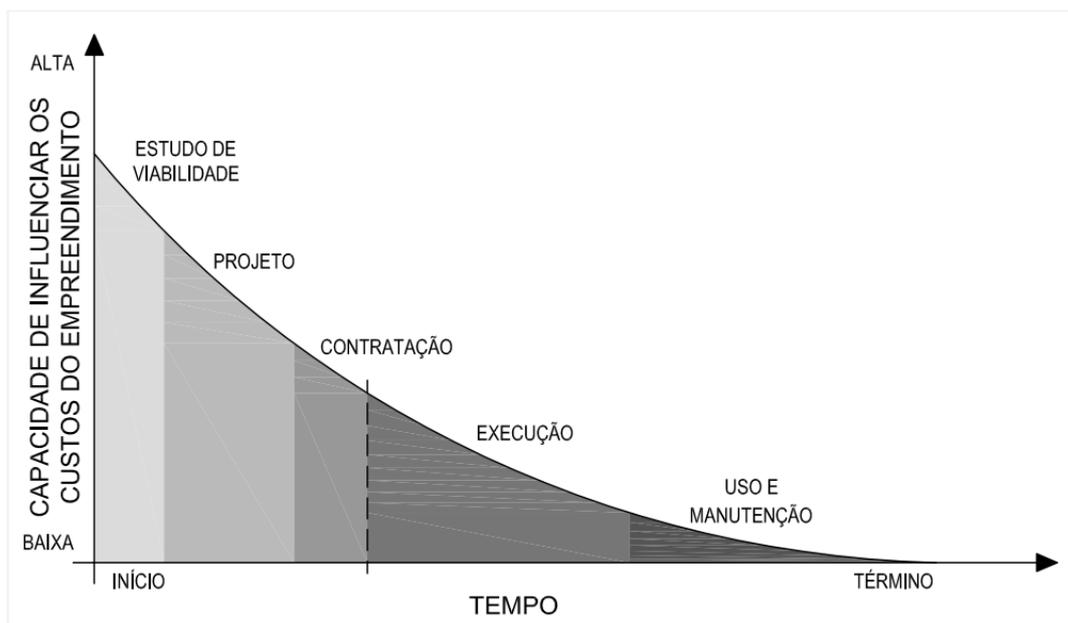
Embora tanto os agentes produtivos da cadeia auxiliar quanto os da cadeia de suprimentos sejam essenciais para o desenvolvimento e execução de um empreendimento imobiliário, sua influência sobre custos, qualidade e definições de processos de trabalho variam muito.

Alguns autores (MELHADO, 1994; PICCHI, 1993) confirmam a importância do projeto e do bom desenvolvimento da fase projetual (cadeia principal-cadeia auxiliar) para a qualidade da edificação e do processo de construção. Melhado (1994) afirma que quanto mais decisões e definições envolvendo a edificação forem tomadas antecipadamente na fase do projeto, maiores serão as condições de influenciar o custo final do empreendimento (ver Figura 10). Uma vez que nela ocorre a definição do produto a ser entregue (seus materiais, processos construtivos, entre

outros), que impactam diretamente nos custos, prazos e qualidade da construção.

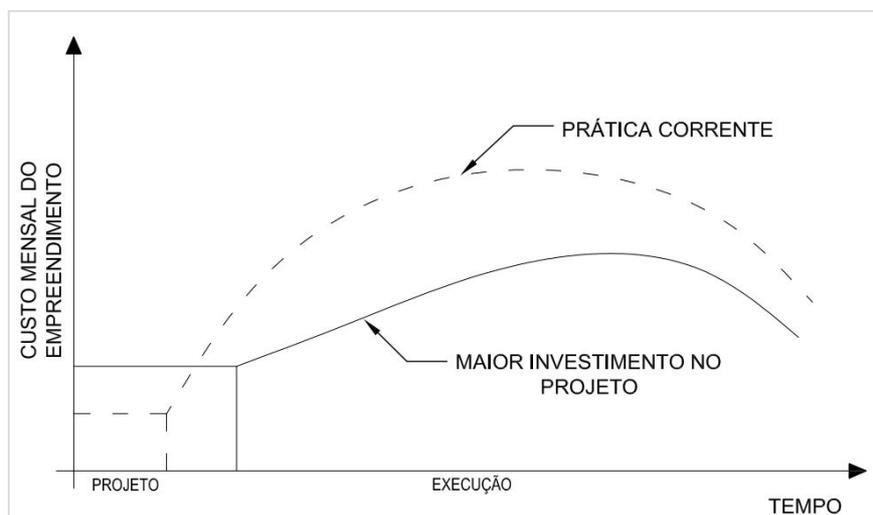
Esta fase pode ser vista como uma fase estratégica para a gestão do empreendimento, pelo seu baixo custo operacional (relativamente aos custos que ocorrerão durante a fase da obra) e grande capacidade de fornecer informações relevantes à tomada de decisão com a antecipação necessária para que estas decisões resultem em um melhor desenvolvimento das fases posteriores como planejamento, orçamento e execução da obra. Desta forma Barros e Melhado (1993) relacionam o custo e o tempo investidos na fase de projeto com o custo e tempo investidos na fase de execução, como é visto na Figura 11.

Figura 10 - Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento.



Fonte: Melhado (1994)

Figura 11 - Relação custo do projeto e custo total do empreendimento.



Fonte: Barros e Melhado (1993).

Como apontado pelos autores, as decisões tomadas nas fases iniciais do estudo de viabilidade e do projeto tem peso fundamental no custo e também na qualidade de um empreendimento. Decisões sobre a definição do produto e das soluções do projeto que falhem em algum aspecto ou sejam incompletas acabam por empurrar a definição da solução para a fase de execução do empreendimento, onde erros e retrabalho podem gerar custos inesperados e muitas vezes podem não ser compatíveis com a qualidade esperada para o empreendimento.

Em relação à cadeia de suprimentos existem dois aspectos relevantes na relação com a cadeia principal. A logística do processo de entrega dos produtos e serviços no canteiro juntamente com a gestão do trabalho de operários terceirizados ou de mão de obra especializada, que podem influenciar no bom andamento e na qualidade da execução da obra, principalmente se conceitos como construção enxuta (*lean construction*) são empregados.

O segundo aspecto relevante nesta relação é a qualidade do material a ser empregado na construção. Questões referentes à resistência deste material, a forma como sua aplicação foi especificada e como foi executada no canteiro influenciam tanto no processo de execução quanto na fase de ocupação e assistência técnica da edificação.

Estes dois aspectos influenciam na competitividade da empresa no mercado, impactando diretamente o prazo de entrega do empreendimento ao usuário final e a qualidade percebida por este. Embora estejam relacionadas as atividades finais do processo de incorporação são essenciais para a qualidade no uso e ocupação da edificação.

Por este motivo tanto as fases iniciais do processo de incorporação, que concentram as decisões estratégicas em níveis gerenciais e de estratégias de negócios da empresa, muitas vezes envolvendo a cadeia central e a cadeia auxiliar, passando por projeto e planejamento, envolvendo as definições de como será o empreendimento, seu detalhamento e especificação, quanto as etapas mais ao final do processo, envolvendo as atividades da cadeia de suprimentos, como a execução no canteiro, sua logística e a qualidade dos materiais empregados são fundamentais para o sucesso das atividades da incorporação imobiliária e a sobrevivência da empresa responsável no mercado.

Desta forma, algumas empresas já começam a criar parcerias estratégicas com seus fornecedores para aumentar a garantia de bons resultados em seus empreendimentos, empregando sistemas de qualificação e desenvolvimento de seus fornecedores (SILVA, 2000 e VILARINHO, 1999). Além disso, constroem um sistema de avaliação de qualidade dos serviços e/ou produtos apresentados por estes, gerando um banco de dados sobre quais os melhores fornecedores, conseguindo assim selecionar quais são os melhores fornecedores para o estabelecimento destas parcerias.

2.3 *Qualidade, tecnologia e Inovação na CPIC*

2.3.1. Problemas da CPIC

De forma geral, o setor da construção civil é conhecido por sua ineficiência, pelo baixo nível de qualificação e pouca utilização de processos industrializados. Embora empresas do setor venham buscando qualificação e aumento da qualidade em seus produtos, ainda são muitos os desafios para vencer os problemas.

Atualmente, é comum encontrar reclamações em órgãos de defesa do consumidor, como o Instituto de Defesa do Consumidor (PROCON) sobre empresas construtoras, indo desde reclamações em relação a atraso no prazo de entregas do empreendimento até defeitos e problemas com a qualidade de materiais empregados na obra.

Segundo Messeguer (1991), 35% a 50% das falhas em edifícios têm origem na etapa de projeto, ou seja, a falta de qualidade da troca e produção de informações durante a fase de projeto pode ter um peso significativo nos custos planejados e não planejados para a construção, impactando diretamente as margens previstas para o empreendimento, e o desempenho da incorporadora, por consequência. Além disso existe falta de mão de obra qualificada para construção e falta de controle de qualidade dos materiais no canteiro.

Desta forma, entende-se a importância de promover melhorias no processo de projeto e na execução da construção. Estas melhorias vêm acontecendo nos projetos através da apropriação de teorias de gestão da qualidade e de gerenciamento de projetos, do estudo e melhoria dos processos de coordenação e compatibilização de projetos, e do uso de ferramentas tecnológicas que auxiliam o desenho por meio do computador, conhecidos como sistemas CAD (*Computer Aided Design*). Já na fase de execução da obra, técnicas de gestão e planejamento e controle da produção tem sido aplicado, assim como gerenciamento da cadeia de suprimentos, controle de qualidade além de segurança do trabalho.

Outro problema apontado é a baixa produtividade do setor, segundo os dados do Índice Nacional da Construção Civil (INCC), a produtividade em média caiu 30% entre os anos 2000 e 2007, embora a quantidade de trabalhadores contratados e salários pagos tenham aumentando no mesmo período. Esta condição se tornou insustentável quando o índice de contratações da construção civil chegou ao seu limite, não havendo mais mão de obra disponível para continuar o crescimento da forma como ele tem sido feito, como base no aumento de contratações. Desta forma o aumento da produtividade de cada trabalhador é fundamental para que o setor possa continuar

crescendo de forma sustentável.

Além disso, estudos e previsões sobre o crescimento da construção civil para as próximas décadas, realizados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Associações de classes, como a Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT) e Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), têm apontado para a importância da industrialização da construção civil como principal forma do setor se manter competitivo e ter progresso tecnológico. Contudo, a industrialização da produção da construção civil ainda é uma realidade difícil de alcançar devido à falta de incentivo e distorções tributárias que aumentam o custo da utilização desses produtos e processos com maior índice de industrialização, fazendo com que as construtoras permaneçam com processos tradicionais. E, somado a isso, têm-se uma mão de obra com baixa qualificação e sem uma política para formação ampla tornando a adoção de produção industrializada ainda mais difícil.

Paralelamente, a maioria dos compradores de material de construção para edificações não são as empresas de construção, mas famílias, que compram para autoconstrução. De acordo com dados de um estudo da ABRAMAT em parceria com a FGV, as construtoras respondem por 40,9% do total de compras, enquanto as famílias representam 45,9%. Este cenário revela o quanto ainda é significativo a parcela de autoconstrução no país (e as consequências potencialmente prejudiciais desta), e por consequência a dificuldade de impor ao setor da indústria de materiais a busca por melhorias em termos de qualidade e industrialização visto que as famílias não impõem a indústria a necessidade desta melhoria, diferentemente da indústria da construção que tem nesses fatores diferenciais competitivos diante de seus clientes e por este motivo exercem pressão sobre a indústria de materiais.

Ao se olhar as questões que envolvem o governo e a coordenação do setor também encontram-se problemas como: defasagem da normalização técnica, grandes diferenças de códigos de obras municipais, dificuldade no incentivo, avaliação e aprovação de processos construtivos inovadores, excesso de tributação e falta de coordenação entre os órgãos fiscalizadores nas três esferas.

Para cada questão levantada aqui não há soluções fáceis e pontuais, todas exigem melhorias setoriais, melhorias em processos nas empresas e padronização da indústria, além de uma coordenação clara e estratégica, alinhada com os interesses de crescimento e desenvolvimento da economia. Algumas iniciativas já têm sido tomadas em diferentes partes do setor da construção, e algumas já apresentam bons resultados, mesmo que a estrutura da CPIC ainda apresente lentidão para incorporação de mudanças.

2.3.2. Esforços para melhoria

Entre os anos de 1990 a 2013, fatos importantes contribuíram para o aumento da qualidade e da produtividade na construção civil no Brasil. Ainda, ao final do período citado, tornaram-se igualmente evidentes iniciativas que buscavam responder as demandas crescentes por sustentabilidade e desempenho das edificações. Algumas dessas ações foram bem recebidas e incorporadas pela indústria, enquanto outras permanecem em estágios iniciais. Das muitas iniciativas que ocorreram neste período, as mais relevantes para o objetivo deste trabalho podem ser descritas na listagem abaixo:

- **Código de Defesa do Consumidor;**

As questões referentes aos direitos e a defesa do consumidor vem sendo discutidas no Brasil desde a década de 1970, contudo a lei que promulgou o Código de Defesa do Consumidor entrou em vigor somente na década de 1990. A partir deste marco, as relações entre empresas e consumidores ganharam regras mais claras e problemas anteriormente sem solução ganharam amparo legal para serem resolvidos, além disso, vários órgãos de auxílio a defesa de consumidores entraram em cena aumentando a consciência do consumidor em relação aos seus direitos.

Para a indústria da construção, principalmente para o setor de edificações habitacionais, o impacto tem sido crescente. Em levantamento realizado no Tribunal de Justiça de São Paulo, os processos judiciais contra construtoras aumentaram cerca 2500% em um período de cinco anos, chegando a 3.779 em 2013. A maioria destes processos se refere ao atraso na entrega de obras e, em muitos deles, as construtoras são condenadas a pagar multas pelo atraso e arcar com danos e prejuízos causados aos clientes ou até mesmo devolver os valores pagos pelos clientes que desistem da compra do imóvel.

Além da responsabilidade da entrega no prazo, a responsabilidade da construtora pela qualidade do imóvel entregue e a reparação de possíveis defeitos se estendem desde a entrega até o prazo de cinco anos após a finalização da obra, o que ainda gera a possibilidade de que a construtora possa ser acionada e ter custos adicionais com imóveis concluídos.

Estes fatos mostram o quanto os problemas com qualidade e atrasos em projetos e obras podem se refletir na aceitação do produto por parte do cliente e no desempenho financeiro da empresa e reforçam a necessidade de maiores investimentos para melhorias de processos.

Por este motivo, muitas construtoras já contam com setores de assistência técnica que atendem diretamente ao cliente e são responsáveis não somente por realizar os consertos e

reparos necessários, mas são fundamentais para que a construtora conheça o valor dos custos extras, a origem dos problemas e realimentem os seus processos com estas informações buscando melhoria contínua.

- **Certificação de qualidade série ISO 9000;**

A série ISO 9000 foi a primeira série de normas internacionais a tratar sobre a questão de gerenciamento e controle da qualidade na produção de produtos e serviços. Seu lançamento ocorreu em 1987 e, em 1994, cerca de 70 países no mundo já a haviam adotado (BICALHO, 2009). Seu formato é genérico o suficiente para que possa ser aplicado a qualquer tipo de produção, mas estabelece um padrão de documentos e procedimentos que devem ser atendidos para se garantir a qualidade dos produtos ou serviços.

No Brasil, a partir da década de 1990 começam a existir alguns esforços, tanto no campo acadêmico quanto nas empresas de construção, para se buscar a melhoria da qualidade da produção da construção civil. A motivação: superar as dificuldades econômicas dos anos anteriores aumentando o lucro através da redução de erros (BRAGA, 2011).

Neste contexto, a implantação das normas ISO foi uma questão amplamente abordada e estima-se que, em 2003, aproximadamente 2000 empresas de construção estavam em processo de implantação de normas ISO (CARDOSO, 2003), sendo que a maior parte delas já tinham sistemas certificados por empresas certificadoras especializadas.

Esta informação é relevante, uma vez que o setor da construção civil é conhecido por ser lento e resistente às mudanças. Contudo, por questões de sobrevivência no mercado, este novo paradigma de qualidade foi adotado de forma relativamente rápida nas maiores empresas de construção.

- **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H);**

Dentro do contexto da adoção das normas ISO 9000 no Brasil, se deu uma ação do governo para direcionar e facilitar a adoção das normas de qualidade para o setor da construção. Uma delas é o PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) que tem origem em um programa do estado de São Paulo, e que foi implantado em fases a partir da década de 1990. Estabeleceu níveis de implantação que pudessem ajudar as empresas da construção e da indústria de materiais a se familiarizarem e adotarem sistemas de gestão da qualidade em sua prática, elevando assim o nível de qualidade do ambiente construído.

Atualmente, ter implantado determinados níveis do PBQP-H é pré-requisito para empresas de construção e para fornecedores de materiais consigam recursos junto à Caixa Econômica Federal e para participar de licitações públicas. Pelo poder de compra tanto do setor público

quanto das construtoras, esta obrigatoriedade praticamente forçou muitas empresas do mercado a adotarem o PBQP-H.

Sua obrigatoriedade perante a Caixa Econômica Federal passou a vigorar em 2000 e após o lançamento de programas como o Minha Casa, Minha Vida e do PAC, que davam incentivos e financiamentos a construção, em 2014, aproximadamente 3000 empresas construtoras já tinham implementado o programa em algum nível (PBQP-H, 2014).

- **“Selos Verdes”**

Associando o funcionamento e os benefícios do uso de sistemas de certificações às questões de sustentabilidade do ambiente construído, alguns órgãos internacionais tem oferecido uma padronização da avaliação dos impactos ambientais e do desempenho de edificações através de sistemas de certificações conhecidos popularmente por selos verdes.

A relevância deste tipo de certificação reflete-se nos estudos sobre os impactos e sustentabilidade das ações da população mundial, que vem sendo feitos desde a década de 1960/1970. Alguns estudos afirmam que as atividades envolvidas na construção, desde extração de matéria-prima até a demolição da edificação correspondem a 40% do impacto gerado no planeta.

Um marco nestes esforços pela sustentabilidade da construção foi o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), lançado no Reino Unido em 1990, que criou um método de avaliação do desempenho ambiental de edificações. Após este marco, vários outros sistemas foram lançados em outros países como o LEED³, NABERS⁴, BEPAC⁵, HQE⁶ e o CASBEE⁷. No Brasil, os mais utilizados são o LEED, realizado pelo Green Building Council do Brasil e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), que é baseada no HQE e realizado por esta.

De forma similar às normas ISO, que são de adesão voluntária, estas certificações “verdes” também o são. Contudo, as taxas de adesão das duas têm sido expressivas, e, assim com as normas de qualidade, as certificações verdes tendem a se tornar um diferencial competitivo no mercado e um padrão para a indústria. A dimensão do mercado é vista como um dos principais impulsionadores da adoção e uso das certificações, em alguns casos sendo considerada mais efetiva do que regulamentações do Estado sobre padrões de desempenho da edificação (PINHEIRO, 2006).

³ *Leadership in Energy & Environmental Design*, nos Estados Unidos.

⁴ *National Australian Buildings Environmental Rating System*, na Austrália.

⁵ *Building Environmental Performance Assessment Criteria*, no Canadá.

⁶ *Haute Qualité Environnementale des Bâtiments*, na França.

⁷ *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, no Japão.

- **ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais – Desempenho**

A mais recente das iniciativas de melhoria da CPIC entrou em vigor no ano de 2013, a norma ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais – Desempenho, popularmente referida por “norma de desempenho nas edificações”. Esta norma muda a forma como os profissionais envolvidos no projeto, especificação, fornecimento e execução de construções são responsabilizados por suas atividades, estabelecendo o desempenho que a edificação precisará oferecer ao usuário final ao longo do tempo. Para esses aspectos a norma estabelece parâmetros a serem medidos de forma objetiva e quantitativa em relação ao desempenho da edificação, e por isso ela tem servido de instrumento para o a aplicação do Código de Defesa do Consumidor, pois ajuda no rastreamento da responsabilidade e no disciplinamento das relações entre os diferentes profissionais (CBIC).

Os requisitos estabelecidos pela norma vão desde desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil, durabilidade, viabilidade de manutenção e adequação ambiental. Em alguns aspectos, cabe destacar, a norma estabelece índices mínimos de aceitação maiores do que os padrões estabelecidos por órgãos municipais ou códigos de obras vigentes.

Além disso, ela reforça a importância do uso de outras normas, chegando a remeter em seu texto às normas que tratam de assuntos específicos. Em especial, a menção de duas normas ligadas ao uso e manutenção da edificação, são elas: ABNT NBR 14037:2011 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações, e a ABNT NBR 5674 - Requisitos do sistema de gestão de manutenção de edificações. Estas três se complementam e formam, juntamente com o Código de Defesa do Consumidor, o instrumental mais importante para se assegurar aos usuários a qualidade da edificação.

2.3.3. Oportunidades e Desafios

Todas essas iniciativas representam grandes avanços dentro da CPIC, pois em maior ou menor grau, seja com ou sem o peso da obrigatoriedade legal, ajudaram a promover melhorias nas empresas da CPIC e de seus produtos finais: as edificações.

Além disso, o Governo Federal, através da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Indústria) realizou um estudo prospectivo e tem estabelecido uma agenda de objetivos estratégicos para a implantação de tecnologia na CPIC, sendo elas:

“T1. Padronizar linguagens, terminologias e classificação de produtos, elementos e componentes da construção para permitir interoperabilidade e facilitar acesso ao conhecimento;

T2. Implantar novos modelos de avaliação de custo baseados no desempenho de longo prazo;

T3. Consolidar conceitos e práticas de gestão das edificações e a educação ambiental urbana na avaliação de soluções inovadoras na busca pelo desenvolvimento urbano sustentável;

T4. Disseminar e aproveitar as tecnologias existentes para construção industrializada, compatibilizando-as com o contexto geográfico, temporal e as necessidades dos intervenientes (hélice tripla, clientes e usuários);

T5. Intensificar a transferência das tecnologias emergentes em todos os níveis hierárquicos das empresas e dos órgãos reguladores. ” (ABDI, 2009)

Alguns destes objetivos já têm sido encontrados em algumas ações como a aprovação da norma de desempenho. Outros, entretanto, ainda precisam de maiores incentivos e/ou ações direcionadas para começarem a ser vistos em uma escala de implantação maior dentro da CPIC, como incentivos fiscais, ou instrumentos legais que promovam a mudança de paradigma. A ABDI no mesmo estudo faz um diagnóstico das dificuldades encontradas e estas passam por normalização técnica defasada, diferenças entre códigos municipais e código de obras municipais dificultando introdução de inovações, prejudicando a padronização e industrialização de processos construtivos. Além de dificuldade de avaliação, aprovação e homologação de produtos e processos inovadores.

Ao abordar as conclusões referentes aos estudos de casos realizados na implantação de sistemas de gestão de qualidade em construtoras, Souza e Abiko (1997) apontam a padronização dos processos empresariais, integração da cadeia de fornecedores, redução de custos e aumento da qualidade como ganhos das empresas.

Os esforços para melhoria apresentados também têm o caráter de influenciar na sobrevivência da empresa dentro de um ambiente competitivo como o mercado da construção civil, algumas se tornando imprescindíveis para a realização de negócios (como é o caso de empresas que aderem ao PBQP-H para ter acesso ao mercado gerado pelo programa Minha Casa, Minha Vida) e desta forma a escolha por adotar uma destas iniciativas dentro da empresa se torna fundamental.

Outra informação relevante é o perfil dos gestores de empresas construtoras, pois ainda é basicamente formado por profissionais oriundos de áreas técnicas da empresa, como engenharia, profissionais estes que não tem em sua graduação uma formação aprofundada em técnicas de gestão

que possam conduzir a empresa a gerenciar diversos aspectos ligados à implantação de sistemas de gestão ou que possam conduzir a uma análise da importância estratégica da implantação de qualquer das inovações citadas para a competitividade da empresa. Por este motivo, questões relacionadas aos recursos humanos (difusão de informação, motivação, treinamento, etc.), inovações, pesquisa e desenvolvimento, tendem a ser vistos como de menor importância frente as solicitações operacionais e rotineiras da empresa.

Contudo, a questão da inovação tecnológica está intrinsecamente ligada à forma como a empresa realiza a gestão de seus processos e a gestão da qualidade, uma vez que a padronização e descrição de seus processos e o estabelecimento dos sistemas de gerenciamento da qualidade promovem o aumento do conhecimento organizacional e da estrutura produtiva, mapeando-a de modo a fornecer “pontos de contato” entre a tecnologia a ser implantada e a realização de produtos ou serviços fim da empresa.

Covelo (2001) afirma que *“para assegurar competitividade, as empresas da cadeia produtiva precisam passar a enxergar o valor que cada produto e serviço e seu desempenho agrega e a ajustar o funcionamento da cadeia da construção, baseando-se em eficiência, produtividade, conhecimento tecnológico, verdadeira garantia da qualidade ao cliente, e não mais em quantidade de produto agregada”*.

O estudo “Perspectivas de Crescimento – Construção Civil 2010-2013” realizado pelo BNDES em 2011 aponta que *“a falta de integração e as dificuldades em compatibilizar os interesses individuais de cada setor da indústria, têm impedido que essa cadeia se veja como cadeia de valor, com foco num cliente comum a todos”* e traz também alguns fatores relevantes que podem promover e incentivar a adoção de melhorias na CPIC:

- Política de financiamento: *“pode ser definidora de um alinhamento dos interesses ao longo da cadeia de construção civil, uma vez que pode se utilizar o acesso ao crédito como um incentivo para que cada elo da cadeia venha a interessar-se por inovar e atender a critérios mínimos e evolutivos de melhoria contínua”*.
- O poder do cliente: *“O verdadeiro motor do ciclo de negócios e de renda da cadeia é o cliente da ponta, que tem verdadeiramente o poder de definir o nível de atividade da indústria e suas possibilidades de crescimento e desenvolvimento”*.

O estudo traz, ainda, uma constatação interessante sobre a estratégia de algumas grandes empresas que têm investido no mercado de menor renda, por prioridade competitiva. Sua estratégia de produção tem introduzido inovações em seus processos (por exemplo, o uso de paredes de

concreto, que proporcionam construção de até seis casas populares em cinco dias⁸).

A partir dessa informação, percebe-se que essas grandes empresas “*têm qualificação técnica para introduzir as inovações e a possibilidade de comandar a cadeia, coordenando-a*”. Seu interesse é reduzir os custos e o tempo de produção, o que amplia a viabilidade econômica dos empreendimentos deste segmento, sua atuação técnica e de coordenação passam a ser decisivas. Daí, inferem os autores que “*é possível acreditar que seja do interesse dessas grandes empresas desenvolver inovações que levem à introdução da construção industrializada no país*”.

E, a industrialização da construção é o ambiente mais favorável e que melhor pode tirar proveito da Modelagem da Informação da Construção, tratada com mais detalhes no próximo capítulo.

2.4 Avaliação do potencial das construtoras/ incorporadoras para influenciar a introdução de inovações

Para avaliar o potencial que as empresas construtoras/ incorporadoras têm para a introdução de inovações e melhorias dentro do cenário da CPIC, foram utilizados os conceitos referentes à:

- Inovação – barreiras, vetores para inovação, e;
- As cinco forças de Porter – análise de forças competitivas dentro de uma indústria.

Ambos os conceitos foram aplicados a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção, analisando a posição que as construtoras incorporadoras têm frente a seus parceiros, clientes e fornecedores.

2.4.1. Inovação e a CPIC

Dentre as muitas teorias sobre inovação (MOREIRA & QUEIROZ, 2007; SCHUMPETER, 1939; VIOTTI, 1997), escolheu-se adotar a abordagem que divide as inovações em duas tipologias: inovações incrementais e inovações radicais.

Primeiramente, há certo consenso entre autores sobre a inovação ser o surgimento de algo novo entre os fatores de produção, podendo ter relação com novos produtos, novos métodos ou

⁸ Fonte: site do empreendimento jardins mangueiral. DF.

processos, novos mercados, novos materiais ou fontes de fornecimento ou novas formas de organização. Contudo, o impacto que este tipo de inovação causa no estado atual da indústria onde foi inserida pode variar significativamente, podendo ser uma inovação incremental ou radical.

A inovação radical “*implica (...) na introdução de um novo produto, processo ou forma de organização 'inteiramente nova' e (...) na mudança do paradigma tecnológico*” (LEMOS, 2000 apud BLUMENSCHHEIN, 2004), ou seja, o impacto da introdução de uma inovação radical é de tamanho tal que o paradigma anterior a sua implantação é rompido, e um novo paradigma é estabelecido para a indústria a partir de sua inserção.

A inovação incremental, por sua vez, está na “*introdução de melhorias em produtos, processos ou organização da produção, sem ocasionar mudanças industriais (FREEMAN, 1994 apud BLUMENSCHHEIN, 2004)*”, ou seja, são melhorias que trazem algo novo a produção, contudo não mudam o paradigma da indústria, somente aprimoram formas de produção já existentes.

Devido às suas características específicas, como a natureza única de uma edificação, a longa vida útil dos produtos, a dependência entre empresas e de outros setores industriais, as inovações na CPIC tendem a levar anos, e são dificilmente notadas (FLORIANI, 2010). Esta é uma das razões pelas quais a CPIC possui um perfil pouco inovador (FLORIANI, 2010):

A natureza das inovações na construção, de acordo com Toledo, Abreu e Jungles (2000), é majoritariamente gradual, com uma baixa frequência de inovações radicais. Miozzo e Dewick (2005) apontam que na indústria da construção as inovações incrementais predominam e que não são implementadas na empresa como um todo e sim, em parte dos projetos em que a empresa está engajada. Os autores acrescentam ainda que estes projetos normalmente possuam caráter colaborativo com outras empresas e, conseqüentemente, para implementação de inovações existe a necessidade de negociação entre as partes componentes. A especificidade da construção civil e a necessidade de cumprimento de regras e normas exigem certos procedimentos para a implementação de inovações, o que favorece a adoção de inovações incrementais, além de ciclos de implementação e difusão de inovações, geralmente, longos. A dependência de fornecedores, a diversidade de agentes envolvidos e o afastamento relativo das empresas de universidades e centros de pesquisas tornam ainda mais complexa a gestão, implementação e difusão de inovações, principalmente as radicais. Para Rezende e Abiko (2005, p. 3), a apropriação dos lucros se configura com base nas habilidades profissionais, estética do design e propaganda, mais do que no desenvolvimento de vantagens tecnológicas. A trajetória tecnológica é definida fundamentalmente com o objetivo de diminuir custos.

Entre os fatores que dificultam o processo de inovação nas empresas construtoras apresentados por Martins e Barros (2005), têm-se:

- Os oligopólios;
- A restrição de recursos destinados à pesquisa;
- As poucas parcerias entre empresas, instituições de pesquisa e universidades;
- As dificuldades de lançamento e exploração de patentes;
- Preocupação constante com reduções de custos;

- Mão de obra disponível a baixo custo e pouco qualificada;
- A carga tributária excessiva;
- As empresas construtoras normalmente são propriedades de empresários ou familiares, nem sempre suficientemente competentes e que dificilmente profissionalizam a gestão;
- A estrutura produtiva, em geral não favorece as inovações;

TABELA 1 - Os fatores que dificultam as atividades de inovação

Relevante para:	Inovações de processo	Inovações organizacionais
Fatores relativos ao custo:		
Riscos percebidos como excessivos	*	*
Custo muito elevado	*	*
Carência de financiamento interno	*	*
Carência de financiamento de outras fontes fora da empresa:	*	*
– capital de risco	*	*
– fontes públicas de financiamento	*	*
Fatores relativos aos conhecimentos:		
Potencial inovador (P&D, design, etc.) insuficiente	*	
Carência de pessoal qualificado:	*	
– no interior da empresa	*	
– no mercado de trabalho	*	
Carência de informações sobre tecnologia	*	
Carência de informações sobre os mercados		
Deficiências na disponibilização de serviços externos	*	*
Dificuldade de encontrar parceiros para cooperação em:	*	
– desenvolvimento de produto ou processo	*	
– parcerias em marketing	*	
Inflexibilidades organizacionais no interior da empresa:	*	
– atitude do pessoal com relação a mudanças	*	*
– atitude da gerência com relação a mudanças	*	*
– estrutura gerencial da empresa	*	*
Incapacidade de direcionar os funcionários para as atividades de inovação em virtude dos requisitos da produção	*	
Fatores de mercado:		
Demanda incerta para bens ou serviços inovadores		
Mercado potencial dominado pelas empresas estabelecidas		
Fatores institucionais:		
Carência de infra-estrutura	*	
Fragilidade dos direitos de propriedade		
Legislação, regulações, padrões, tributação	*	
Outras razões para não inovar:		
Não necessidade de inovar decorrente de inovações antigas	*	*
Não necessidade decorrente da falta de demanda por inovações		

Fonte: OECD (2005).

O manual de Oslo, desenvolvido pela OCDE (2005), apresenta uma tabela com os fatores que dificultam as inovações, dividindo estes em quatro tipos: inovações do produto, de processo, organizacionais e de marketing, para o trabalho apresentado aqui, dois destes tipos têm maior relevância, inovações processo, organizacionais, e por isso foram destacados e apresentados conforme Tabela 1.

Devido a todos estes fatores que dificultam as inovações na CPIC, é necessário que existam vetores de aceleração e difusão destas inovações dentro deste setor. A análise de alguns autores sobre como essas mudanças podem ser aceleradas por vetores de influência torna-se relevante. Desta forma, Blumenshein (2004) apresenta um estudo sobre os principais vetores para mudanças e inovações na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC). São eles:

- Mercado – Demanda;
- Tecnologia – Pesquisa e desenvolvimento;
- Produção – quem usa e aplica, aprende e melhora;
- Firma – estratégia competitiva;
- Empreendedor – presença de um líder;
- Políticas Públicas,
- SNI – Sistema Nacional de Inovação.

2.4.2. Forças competitivas

Diretamente envolvido com os itens de mercado e demanda e estratégia competitiva das firmas, apresentados no item anterior, encontra-se o modelo das cinco forças de Porter (ZEGARRA et al., 1999). Trata da conceituação de cinco fatores fundamentais que devem ser observados na estrutura industrial do setor em que a empresa atua, para que ela garanta a sua sobrevivência no mercado, são eles:

- **A entrada de novos concorrentes:** A ameaça de novos entrantes no mercado de atuação da empresa;
- **Ameaça de substitutos:** A ameaça de produtos ou serviços substitutos aos serviços ou produtos que a empresa oferece;
- **O poder de negociação dos compradores:** O poder de barganha que compradores

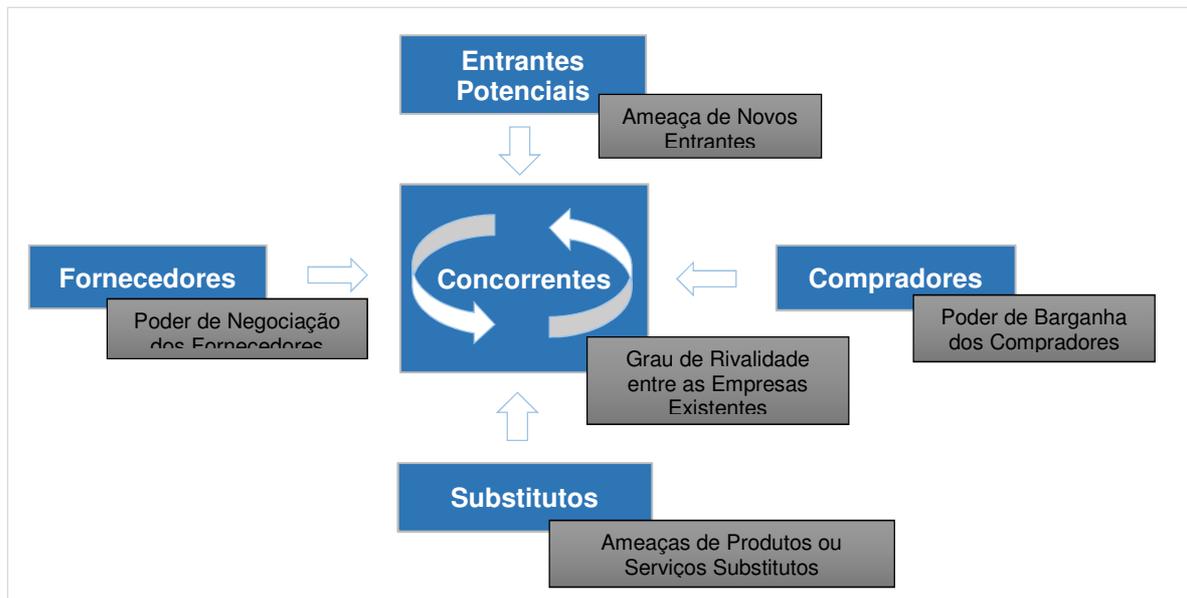
têm sobre a empresa;

- **O poder de negociação dos fornecedores:** O poder de negociação que os fornecedores têm para impor condições à empresa;
- **A rivalidade entre os concorrentes existentes:** O grau de rivalidade entre as empresas existentes no mercado.

De acordo com a análise destas cinco forças dentro da estrutura industrial onde uma empresa atua, pode-se verificar a competitividade e a influência desta empresa em seu meio. A Figura 12 apresenta de forma esquemática a atuação destas cinco forças.

A análise destas forças dentro do cenário da Cadeia Produtiva de Indústria da Construção no Brasil tende a ser complexa devido à grande quantidade de agentes, a multiplicidade de relações com fornecedores e clientes entre os diversos elos das cadeias de suprimentos, principal e auxiliar e também com o cliente final de um empreendimento imobiliário.

Figura 12 - Cinco forças de Porter



Fonte: Porter (1986)

Pode-se encontrar em alguns estudos o embasamento para os tópicos abordados anteriormente. ZEGARRA et al. (1999) realiza um estudo onde chega a seguinte conclusão sobre a relação de incorporadoras e fornecedores de projeto:

Pode-se dizer que as empresas construtoras exercem sobre o setor de engenharia e projetos uma força maior do que a exercida no sentido inverso. Observa-se que a maioria das

mudanças nas práticas de projeto e engenharia se disseminam a partir da demanda por parte de algumas construtoras, de perfil mais inovador que o do mercado. O setor de projetos e engenharia poucas vezes consegue impor novas tecnologias, procedimentos, ou até condições de fornecimento dos seus serviços no mercado. ZEGARRA et al. (1999)

Esta conclusão do estudo de ZEGARRA et a. (1999) é confirmado pelas dificuldades levantadas por Souza, Amorim, Lyrio (2009) em relação a implementação de uma tecnologia inovadora (tecnologia BIM), principalmente no fator relacionado a incompatibilidade com parceiros de projeto, visto que escritórios de projeto não exercem força entre si a ponto de imporem aos seus pares a adoção de uma nova tecnologia em seu processo de projeto.

As cinco forças de Porter também podem ser observadas para contribuir o favorecimento da implantação de tecnologias inovadoras no mercado da construção civil no Brasil. Mas para isso deve-se entender a importância principalmente da relação entre o poder exercido pelos clientes e o poder exercido pelos fornecedores. A existência de um comprador forte ou um fornecedor forte pode gerar adaptações em processos e produtos daqueles com os quais eles se relacionam.

Contudo a escala de influência também deve ser observada: compradores e/ou fornecedores com força local, regional e nacional terão diferentes impactos na difusão de tecnologias inovadoras dentro do cenário da Indústria da construção como um todo. Por isso é fundamental despertar naqueles compradores e/ou fornecedores fortes, atuantes em grandes escalas regionais e nacionais, o interesse e a consciência dos benefícios da implantação de tais tecnologias e da sua força para a mudança do paradigma atual.

Tópicos Relevantes do Capítulo 2

1. O setor da construção civil tem alto peso sobre o PIB do país, representando 20% da produção industrial.
2. As edificações residenciais representam 20% de tudo que é produzido pela construção civil (produto da construção com maior peso individual).
3. A Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) é complexa e cada agente tem diferentes interesses, gerando uma cadeia produtiva pouco integrada e de alta complexidade.
4. Para a realização de um empreendimento imobiliário, a rede montada entre incorporador-construtor-projetistas-fornecedor-prestador de serviços pode ser única e não repetitiva, devido a fatores intrínsecos da unicidade da produção da construção civil e por fatores de mercado como a busca por menor preço entre os fornecedores.
5. Empresas construtoras/incorporadoras assumem uma posição central dentro da realização de um empreendimento imobiliário, estando presente como autora ou coordenadora, desde a concepção do produto, passando pelo seu detalhamento, planejamento, execução, e entrega ao usuário final.
6. De todas as empresas atuantes na construção de edifícios, apenas 20% delas possuem mais de 30 funcionários, contudo esta parcela responde por praticamente 80% do pessoal ocupado e dos valores gerados pelo setor, por isso são consideradas de maior relevância para o setor e para este trabalho.
7. As fases de definição do produto e de projeto respondem pelos maiores impactos sobre o custo final de uma edificação, embora tenha um custo menor em relação à fase de execução, e ainda podem responder por até 30% dos custos dos erros que ocorrem na fase de execução.
8. Os fornecedores de materiais, mão de obra e serviços têm impacto direto sobre a logística da execução e sobre a qualidade dos elementos construtivos executados no canteiro. Tem relação direta com atrasos e falta de qualidade.
9. Vista a relevância tanto da fase de projeto quanto da fase de execução, incorporadoras/construtoras estão buscando parcerias estratégicas com seus fornecedores buscando aumento da qualidade e assertividade dos empreendimentos.
10. O setor da construção é conhecido por sua ineficiência e falta de qualidade, mas existem movimentos que tem gerado aumento na qualidade e na produtividade do setor
11. Desde a década de 1990 o setor da construção civil tem implantado alguns esforços para

melhoria que estão mudando a produtividade, qualidade e a relação com os clientes. Sendo os mais relevantes para este trabalho o código de defesa do consumidor, as certificações de qualidade, o PBQP-H, os selos verdes e a norma de desempenho.

12. Estes esforços para melhoria precisam ganhar uma dimensão maior para impactar a CPIC de forma mais global, e estudos mostram que políticas de financiamento e o poder do cliente final podem influenciar as empresas por implantar melhorias.
13. Grandes empresas também podem se tornar coordenadoras da sua cadeia de fornecedores, implantando inovações viabilizando suas estratégias competitivas e melhores resultados.

3 TECNOLOGIA BIM

3.1 Os precursores: Sistemas CAD (*Computer Aided Design*)

Sistemas CAD (Computer Aided Design, ou projeto auxiliado por computador) vêm sendo estudados e desenvolvidos desde a década de 1960 (MARK et al, 2008). Ao longo das últimas décadas, com as melhorias que o desenvolvimento da computação vem oferecendo (interfaces mais amigáveis, computadores e softwares mais potentes e acessíveis), tornou-se um padrão da indústria e, atualmente, seu uso é amplamente difundido na prática profissional atual.

Utilizados por indústrias que desenvolvem projetos, como automobilística, aeroespacial, design e construção, os sistemas CAD criam vantagens como a troca de arquivos de projeto por meios eletrônicos, a melhora do gerenciamento dos desenhos, aumento da precisão e aumento da velocidade na recuperação, modificação ou atualização de desenhos (SOUZA e COELHO, 2003). Além disso, permite a modelagem de formas complexas, análise da geometria, análise de interferências entre elementos, comunicação com outros softwares com diferentes funcionalidades, podendo ser usado para detalhamento, apresentação e armazenamento de informações de projeto, entre outras finalidades.

Dentro da indústria de projetos, sistemas CAD não são os únicos sistemas que utilizam de tecnologia computacional para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de um projeto. Outros sistemas também tiveram crescente aumento de utilização, trabalhando juntamente com sistemas CAD. Softwares do tipo CAE (*Computer Aided Engineering* ou Engenharia Auxiliada por Computador) permitem análises relacionadas à engenharia (cálculo estrutural, de sistemas prediais, etc.) sejam feitas de forma computadorizada, existindo diversas aplicações para os diferentes tipos de análises requeridas em cada indústria. Enquanto isso, sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing* ou Fabricação Assistida por Computador) possibilitam a comunicação do projeto de um elemento desenvolvido de um sistema CAD para aplicações utilizadas para a fabricação destes elementos. A relevância de sistemas CAM aumenta à medida que aumenta a complexidade de formas desenvolvidas nos projetos, pois formas mais complexas tornam a fabricação destes elementos mais difíceis de realizar por meios convencionais de produção, aumentando a relevância de processos de fabricação digital.

Sistemas CAD podem ser genéricos ou específicos. São considerados genéricos quando são aplicações que podem ser utilizadas por diversas indústrias (mecânica, elétrica, civil, etc.), ou específicas quando atendem a demandas específicas de uma indústria (elementos, sistemas e informações específicas), não se adequando para o uso em outros segmentos.

Os paradigmas relacionados aos sistemas CAD vêm sendo rompidos, tanto no campo acadêmico (que tem aberto novos leques de utilização e agregando outras áreas de conhecimento aos sistemas CAD), quanto no campo da comercialização de software e equipamentos (que tem contribuído para a constante atualização de seus recursos), e também pela demanda e utilização dos profissionais da área (que durante a utilização diária identificam necessidades de melhorias em suas ferramentas).

Quando sistemas CAD são aplicados especificamente à indústria de projetos de arquitetura pode-se classificá-los como CAAD (*Computer Aided Architectural Design*, ou projeto arquitetônico auxiliado por computador). Mark et al (2008) apresentam uma classificação de sistemas CAD voltados a arquitetura, utilizando como critério não o porte do sistema, mas a forma como este estabelece relação com o processo de desenvolvimento do projeto:

- ***Design by Constraints*** (Projeto por Restrição – livre tradução⁹): Nos sistemas que suportam esta forma de projetar, o desenvolvimento do projeto se dá através da identificação, descrição e exploração de restrições ou dos objetivos do projeto a serem alcançados. O autor declara que “*se nós pudermos descrever algumas restrições de tamanhos de coisas, as relações espaciais entre elementos construídos e abertos no edifício, então nós podemos programar um computador para gerenciá-los. Softwares de design baseado em restrições registram não só os tamanhos e posições de elementos físicos, mas também as relações que queremos no projeto*”.
- ***Shape Grammar*** (Gramática da forma): Nesta categoria, o projeto é desenvolvido através de identificação de uma gramática da forma para o desenvolvimento de novas formas que tenham a mesma linguagem de formas já conhecidas. Segundo o autor “*Gramática da forma trata sobre a ideia de uma "linguagem de forma", e do uso de gramática para descrever a estrutura da linguagem natural. Idiomas têm sintaxe e semântica. Se falamos de linguagens da forma, uma gramática da forma descreve sua sintaxe*”.
- ***Frame-based design methods*** (Métodos de Projeto Baseado em estrutura – livre tradução): Neste método, os softwares devem armazenar informações sobre projetos desenvolvidos, montando um “estereótipo”, um “caso-típico” das informações que aquele tipo de projeto tem que possuir, e decisões que devem ser tomadas, servindo de referencial para iniciar um novo projeto. Desta forma, nenhum projeto é iniciado “do zero”, o processo de projeto está relacionado em adaptar e especificar o “estereótipo”

⁹ Dentro desta seção, onde são apresentadas as classificações de sistemas CAD voltados a arquitetura, algumas classificações tiveram livre tradução por não possuírem uma tradução literal para a língua portuguesa.

as especificidades do projeto atual.

- ***Object-oriented design*** (Projeto Orientado ao Objeto): Os sistemas baseados neste método têm como premissa que os elementos que compõem o projeto carregam em si as informações necessárias para saber as regras de seu comportamento dentro do projeto e como devem se relacionar com os demais elementos. Permitindo ao projetista focar em como dispor estes elementos no projeto, mais do que adaptar este elemento a cada situação em que foi posicionado, pois este elemento já possui instruções de como o fazer. Este tipo de método e de softwares tem grande relevância, pois têm sido amplamente adotados nas áreas de AEC em todo mundo. Alguns sistemas baseados neste método conseguem carregar os elementos de informações sobre custo, especificação de materiais, representação gráfica adaptativa, entre outras características.
- ***Generative Systems*** (Sistemas Generativos): Segundo Mark et al (2008), em sistemas generativos, “*um conjunto de regras ou fórmulas estabelece a estrutura de um processo de produção baseado em computador. O projetista-autor (do conjunto de regras e fórmulas) estabelece as regras e o processo de computador resultante gera formas e projetos sem o projetista determinar individualmente cada solução*”. Tem sido utilizado em maior parte para geração de formas ou para a resolução de problemas estruturais específicos e de planejamento espacial. Apresenta relação com a gramática da forma, visto que estas descrevem as formas por fórmulas e regras, e os sistemas generativos se utilizam destas fórmulas e regras para gerar novas soluções.
- ***Top-Down Design*** (Projeto do topo para base, livre tradução): Embora não seja apresentada em termos absolutos, pois na prática pode se utilizar de outros métodos já apresentados, o “projeto do Topo para Base” consiste em primeiramente desenvolver um estudo formal de volumetria maior antes de começar a definição de assuntos menores, como qualquer especificação de materiais ou de desenvolvimento mais detalhado.
- ***Knowledge-Based Design Systems*** (Sistemas de Projeto Baseado em Conhecimento, livre tradução): O método fundamentado em sistemas de projeto baseado em conhecimento implica em entender que nenhum projeto começa sem possuir uma informação anterior, “*mas sim se constrói sobre o que veio antes, seja em precedentes para o projeto ou na história do próprio projeto*”. Desta forma, os sistemas devem captar informações relevantes da experiência de projetos existentes anteriormente para

montar um “banco de dados” que ajudem na tomada de decisão em novos projetos. Algumas aplicações fazem a associação de redes neurais e criação de regras “se-então” para descrever e auxiliar a tomada de decisão.

- ***Design and cognition*** (Projeto e Cognição): De todos os métodos este é o que possui maior complexidade e pode envolver as outras metodologias citadas. Ele se baseia em capturar e observar, atividades de projeto e de interação com arquitetura realizada pelos seres humanos e oferecer “*insights*” sobre o que foi observado, auxiliando no desenvolvimento de novos projetos.

Embora Mark et al (2008) lembrem que a classificação realizada não é exaustiva e que aos métodos computacionais tendem a variar de acordo com a evolução de estudos e pesquisas, uma afirmação encontrada em seu trabalho aponta para um motivador relevante para o desenvolvimento de tecnologias CAD: “*O desenvolvimento de ferramentas de projeto mais inteligentes continuará a atrair pesquisas e teorias no futuro, à medida que cada geração descobrir novos paradigmas para conectar com mais força a atividade de projetar com o ato de construir*”.

Esta afirmação de Mark et al (2008) vai ao encontro das iniciativas de melhorias da indústria da construção brasileira comentadas no capítulo anterior, pois sistemas CAD que levem em consideração e interajam com outras fases no ciclo de vida de uma edificação além da fase de projeto, como avaliação de impactos, planejamento, orçamento, uso e ocupação, tendem a trazer melhorias e inovações para todo o ciclo de vida.

Dentre as oito classificações propostas por Mark et al (2008), três delas ganham relevância nesta dissertação: *Design by Constraints* (Projeto por Restrição – livre tradução), *Frame-based design methods* (Métodos de Projeto Baseado em estrutura – livre tradução) e *Object-oriented design* (Projeto Orientado a Objeto). Esta relevância está no fato que as novas funções geradas por estes métodos podem ser suportadas por softwares que utilizam a tecnologia BIM (que será visto a seguir), abrindo novas possibilidades de processos de desenvolvimento de projetos.

3.2 Modelagem da Informação da Construção

Ao longo dos últimos anos, uma das tecnologias CAD com maior crescimento de interesse¹⁰ tem sido a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*, ou modelagem da informação da construção).

¹⁰ Com base na busca do termo “*Building Information Model*” em base de dados de pesquisa acadêmica (Periódicos Capes) o crescimento no número de itens publicados nos últimos 10 anos chega a 600%.

Segundo Eastman (2011):

“Modelagem da informação da construção (Building Information Modeling - BIM) é um dos mais promissores desenvolvimentos nas indústrias de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um ou mais modelos virtuais precisos de um edifício são construídos digitalmente. Eles dão suporte ao projeto através de suas fases, permitindo uma melhor análise e controle de processos manuais. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm a geometria precisa e os dados necessários para apoiar a construção, fabricação, e atividades de compras por meio do qual o edifício é realizado.

(A tecnologia) BIM também acomoda muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de um edifício, fornecendo a base para novas capacidades de concepção e construção e para mudanças nos papéis e relações entre a equipe do projeto. Quando bem adotada, (a tecnologia) BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em edifícios de melhor qualidade, com menor custo e duração do projeto reduzida.”

De acordo com AIA (2007), o *“Building Information Modeling (BIM) é um modelo digital tridimensional vinculado a um banco de dados de informações do projeto, (...) pode combinar, entre outras coisas, o projeto, instruções de fabricação, instruções de montagem, logística e gerenciamento de projetos em um único banco de dados, ele fornece uma plataforma para a colaboração em toda a concepção e construção do projeto. Além disso, porque o banco de dados do modelo pode existir ao longo da vida de um edifício, o proprietário pode usar BIM para gerenciar a instalação bem além conclusão da construção para fins como o planejamento do espaço, mobiliário, monitoramento de desempenho energético de longo prazo, manutenção e remodelação”*.

A tecnologia BIM, se for entendida como *Building Information Model* (Modelo de Informação da Construção) trata do modelo virtual da edificação e de seus elementos, que carregam em si as informações para a construção; essas informações alimentam o banco de dados do modelo virtual da edificação, permitindo a consulta e o acréscimo de informações em uma base unificada por qualquer agente dentro do processo de projeto, planejamento, orçamento, construção e ocupação da edificação.

Desta forma, ao acessar esta base de dados unificada, qualquer profissional terá acesso a informações atualizadas, consistentes e confiáveis sobre o modelo. Uma vez que representações gráficas, quantitativos, visualizações e informações estão vinculadas ao elemento modelado, a modificação de qualquer característica deste elemento alterará todas as informações e representações referentes a ele automaticamente. Este tipo de comportamento, paramétrico e consistente, não está presente em sistemas CAD bidimensionais genéricos, amplamente utilizados atualmente no Brasil. Estes sistemas CAD genéricos, diferentemente dos que utilizam tecnologia BIM, trabalham com elementos gráficos e alfanuméricos voltados somente para representação baseada em convenções de desenho e não possui a “inteligência” necessária para entender o elemento desenhado como um elemento de construção e suas especificidades.

Com a introdução e utilização da tecnologia BIM, foi observado que ao desenvolver o Modelo de Informação da Construção, o processo de projeto ganhou novas possibilidades, entre elas novas formas de interação, fluxo, produtividade e integração com demais etapas do desenvolvimento da edificação. Desta forma surgiu o conceito de Modelagem da Informação da Construção onde o foco não está na tecnologia que garante ao modelo ser uma “construção virtual”, mas está nos processos que envolvem o desenvolvimento deste modelo, a qualidade da informação envolvida, a interação entre os profissionais, o fluxo da informação ao longo da vida útil da edificação.

Visto que um modelo completo de uma edificação requer um trabalho multidisciplinar entre os profissionais AEC (engenheiros, arquitetos, especificadores, orçamentistas, entre outros), a forma como estes interagem para a formação do modelo ganhou importância, e alguns pesquisadores observaram que sem a mudança dos processos de projeto, a ferramenta não pode ser utilizada em toda sua potencialidade.

Se com os sistemas CAD bidimensionais, ou até mesmo tridimensionais, convencionais (que não agregam informações do elemento da construção) o processo de projeto é assíncrono entre os profissionais, exigindo o desenvolvimento em diversas etapas sucessivas, reuniões de coordenação e etapas de compatibilização posteriores, gerando retrabalho para a adequação dos projetos arquitetônicos, estrutural e complementares uns aos outros, o uso de tecnologia BIM “*pressupõe a reestruturação das empresas através da reorganização dos processos, da implementação de uma nova forma de organização do trabalho e de um novo modo de pensar o processo de projeto, visto agora de forma totalmente integrada*” (SOUZA et al, 2009).

Dentre algumas aproximações que tratam o processo de modelagem da informação e o processo de projeto, o mais relevante tem sido o conceito de IPD (Integrated Project Delivery, ou Entrega de Projeto Integrada), até mesmo pelos impactos que sua adoção pode gerar. Segundo o AIA (2007) “*IPD é uma abordagem de entrega de projeto que integra pessoas, sistemas, estruturas e práticas empresariais em um processo que colaborativamente aproveita os talentos e ideias de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar eficiência em todas as fases de projeto, fabricação e construção. Princípios IPD podem ser aplicados a uma variedade de arranjos contratuais e equipes IPD pode incluir membros bem além da tríade básica de proprietário, arquiteto e empreiteiro.*”

São premissas do IPD (AIA, 2007): respeito e confiança mútuos, benefício e recompensa mútuos, inovação e tomada de decisão colaborativa, a participação dos agentes-chave em etapas iniciais do projeto, definição do objetivo em fases iniciais, planejamento intenso, comunicação

aberta, tecnologia apropriada, organização e liderança.

Esta abordagem encontra barreiras nos padrões convencionais de gerenciamento de projetos, em resistências legais nas formulações de cláusulas contratuais e de responsabilização dos agentes, contudo encontrou na tecnologia BIM uma das mais poderosas ferramentas de apoio. Pois por integrar toda a informação referente a um projeto, a tecnologia BIM permite que as premissas do IPD sejam alcançadas de forma mais fácil. Embora essa abordagem possa trazer grandes benefícios à indústria, sua implantação em um projeto requer a maturidade dos agentes envolvidos, sendo sua utilização no Brasil ainda muito incipiente.

Outro aspecto importante relacionado à tecnologia BIM, diz respeito às “dimensões” das informações que o modelo da construção carrega ao longo de sua vida útil. Como visto anteriormente, a tecnologia BIM permite que o modelo carregue em seu banco de dados informações sobre as volumetrias dos elementos e suas características físicas (cor, resistência, modelo, fabricante, etc). Esta “dimensão” da informação da construção, conhecida como 3D carrega, portanto, as características volumétricas e físicas que a edificação apresentará quando concluída.

A tecnologia BIM permite que as informações do modelo possuam outras “dimensões” de informação além das características volumétricas e físicas da construção. Estas outras “dimensões” carregam diferentes características dos elementos do modelo, relacionadas com a fase de execução no canteiro, custo de compra e instalação, informações relacionadas ao desempenho e a manutenção ao longo da vida útil da edificação. Atendendo e dando suporte para que os diferentes agentes envolvidos possam desempenhar suas funções.

Convencionou-se chamar estas outras “dimensões” da informação da construção de 4D, 5D, 6D, e mais recentemente foi incluído também o 7D. Embora estes termos sejam de uso comum para aqueles que estão familiarizados com a tecnologia, estudos que busquem definições e conceituação sobre os termos, e que explorem as possibilidades e limitações no uso de cada uma destas dimensões são mais recentes¹¹. Desta forma encontra-se em alguns autores as definições para os termos representativos das “dimensões” da informação da construção:

- **4D** – De acordo com Koo e Fischer (1998), o termo 4D se refere ao “*4D CAD que liga informação gráfica tridimensional à quarta dimensão do tempo (3D CAD + tempo). O modelo 4D, ou a simulação 4D resultante, demonstra visualmente os componentes da construção sendo construído de acordo com a sequência de*

¹¹ De acordo com pesquisa feita no site periódicos capes, os termos 4D, 5D foram pouco citados antes de 2010, e a partir deste ano até o ano de 2015 a busca por este termos retornou um numero entre 2 a 4 vezes maior do que nos anos anteriores.

construção do edifício original. Como modelos 4D comunicam o planejamento como os objetos dentro do modelo gráfico, os aspectos temporais e físicos do projeto são indissociáveis. Isso aumenta a possibilidade de detectar problemas imprevistos de antemão através da visualização do modelo 4D. O modelo 4D também permite que múltiplos participantes do projeto se comuniquem e interajam através de um único meio ao desenvolver o modelo 4D, e pode ser usado para realizar análises relacionadas com planejamento adicional.”

- **5D** – Turner e Edwards (2014), em sua análise de estudo de caso, explanam como o papel dos profissionais de orçamento podem ser transformado dentro do novo ambiente BIM 5D, que acrescenta às outras dimensões a dimensão do custo: *“O papel do profissional de orçamento irá se adaptar no interior do ambiente de BIM. A maior diferença será o volume de medição detalhada feita à mão, que não será mais necessária e será substituído por levantamento quantitativo automático. Há uma série de soluções de software que podem ser usados para este fim... (inclusive) softwares que não só fazem o levantamento quantitativo automático, mas também tem a capacidade de produzir e liga-lo com documentação de custo dentro do mesmo aplicativo”*
- **6D**¹² – De acordo com RICS (2013), *“6D BIM inclui as informações de "as built" sobre um projeto juntamente com os componentes da construção, plantas e informações de adaptação, bem como as operações e manuais de manutenção (a informação de gerenciamento das instalações), com dados de garantia, informações e manuais do fabricante. Esse banco de dados pode ser globalmente acessível através de um ambiente seguro e personalizado do proprietário baseado na Web. A precisão do 6D BIM auxilia gerentes de instalações na operação e manutenção das instalações durante todo seu ciclo de vida”*. Além disso, os setores de assistência técnica de empresas construtoras podem, através dos recursos desta dimensão, levantar o valor dos custos extras, a origem dos problemas e realimentar os seus processos com estas informações.
- **7D**¹³ – O 7D da tecnologia BiM está relacionado a análise e simulação do desempenho e sustentabilidade da edificação. Para Motawa e Carter (2012) *“O*

¹² Em algumas buscas, a dimensão que trata a integração da modelagem 3D com informações de uso e operação e manutenção da edificação também foi encontrada como sendo 7D.

¹³ Em diferentes fontes a dimensão 7D foi referida como sendo a dimensão de análise e simulação, dimensão de assuntos legais e contratos, e até manutenção das instalações (6D). Para este estudo foi selecionado aquele com maior relevância em quantidade de artigos relacionados.

desenvolvimento de ferramentas “BIM verdes” que integram o modelo e a simulação podem analisar a informação multidisciplinar em um único modelo, o que melhora a análise e elimina erros de manipulação de dados (Azhar et al., 2011). A informação inteligente criada pelo modelo BIM pode realizar análise de energia de toda a construção, simular o desempenho, e visualizar a aparência (MCGRAW HILL, 2010). Estes oferecem aos projetistas da construção um “feedback” direto para testar o projeto, a fim de melhorar o desempenho do edifício ao longo do seu ciclo de vida. Normalmente, um modelo BIM de um edifício inclui recursos de design, tipo de construção, materiais de construção, tipos de sistema (aquecimento / ar condicionado), tipo de ambiente (gestão de zonas), localização do projeto (arquivos de tempo), etc., que podem ser exportados para uma ferramenta de simulação da construção. As saídas típicas das ferramentas de simulação incluem: análise térmica e de energia; análise de Iluminação e sombreamento; Acústica; análise Valor / Custo.”

Observando as “dimensões” da informação da construção que a tecnologia BIM pode suportar, entende-se que a adoção da tecnologia BIM em uma empresa ou entre empresas para a realização de um empreendimento, não significa somente uma melhoria em uma ferramenta de desenho para o projeto, mas uma oportunidade para a inovação do processo de projeto que, se bem-sucedida, pode oferecer formas inovadoras de interação com os processos de planejamento, orçamento, construção, análise e manutenção da edificação.

3.3 Adoção da tecnologia BIM : Brasil e mundo

3.3.1. Cenário de adoção mundial

A difusão e adoção da tecnologia BIM no mundo tem se dado de forma não uniforme nos diferentes países, sendo influenciada por vários fatores, como iniciativas governamentais para inclusão do tema na agenda estratégica, nível de desenvolvimento do país, nível de padronização e industrialização do setor da construção, percepção de ganhos através da adoção da tecnologia por parte das empresas de AEC e, até mesmo, pelo nível de conscientização dos clientes que passam a exigir o uso da tecnologia.

Além disso, grupos de estudo e de trabalho internacionais têm formado associações com o intuito de desenvolver a interoperabilidade, padronização, criação de bibliotecas qualificadas de

objetos para a utilização no setor produtivo, entre outras iniciativas que deem suporte para uma adoção mais veloz, uma vez que essas iniciativas tentam minimizar as dificuldades para aqueles que estão “migrando” para a tecnologia BIM.

Ademais, outros profissionais e empresas têm desenvolvido abordagens que dão apoio à sistematização do conhecimento sobre a tecnologia BIM no campo de gerenciamento e negócios, envolvendo gerenciamento de processos, gerenciamento de projetos, gerenciamento de mudanças, para que a implantação da tecnologia nas empresas tenha uma abordagem completa também no nível gerencial e de processos de negócios.

Nesse cenário difuso de iniciativas, alguns países têm apresentado maiores avanços, principalmente Estados Unidos, Reino Unido, países nórdicos. Na maior parte, a taxa de adoção da tecnologia já passa de um terço do mercado AEC, chegando a 70% nos Estados Unidos. Uma pesquisa do *Royal Institution of Chartered Surveyors* (RICS), divulgada no ano de 2014, revela as porcentagens de adoção da tecnologia em alguns países do mundo:

TABELA 2 - Porcentagem de adoção do BIM.

Nome do país ou região	Porcentagem de adoção do BIM
Estados Unidos	70%
Europa	36%
Oriente médio	25%
Índia	22%
Austrália	18-75% de adoção entre vários tipos de profissionais

Fonte: *Royal Institution of Chartered Surveyors* (2014).

Na Tabela 2, pode ser visto que os EUA têm o maior índice de adoção da tecnologia BIM em sua indústria e, grande parte disso se deve a ações pioneiras para padronização diretrizes e normas BIM, através, principalmente, da ação do *General Services Administration* (GSA) – órgão responsável pela aquisição centralizada de produtos, serviços e instalações (suprimentos, gerenciamento de instalações, licitações para construção para as instituições federais americanas, entre outros serviços). Este órgão foi um dos primeiros a observar os potenciais do BIM para o gerenciamento de projeto, construção e manutenção das edificações, tendo lançado em 2003 o seu

padrão BIM, através do *Public Buildings Service (PBS) Office* e, em 2007, tornado obrigatório o uso do BIM para todos os seus projetos.

Acompanhando estas ações, o GSA também desenvolve e divulga guias e padrões de utilização do BIM promovendo e estruturando a adoção do BIM dentro da indústria da construção americana, ocupando, assim, um lugar de liderança tanto por ser o maior contratante de projetos e serviços de construção para edifícios públicos como também por suas iniciativas de promoção da tecnologia. Outros grandes contratantes de projetos obras de edifícios públicos estão começando a solicitar, ou a tornar obrigatório, o uso de BIM para seus projetos. São eles: o Exército (*U.S. Army Corps of Engineers*), a Força Aérea, a Guarda Costeira e alguns estados e cidades como Wisconsin e a cidade de Nova York (DDC NYC, 2012). Isso traz à tona dois aspectos importantes que caracterizam a dinâmica de adoção nos EUA: o poder dos clientes finais em exigir a utilização da tecnologia, e a ação estruturante dos órgãos governamentais para a promoção e liderança do uso de BIM na indústria.

Outro fator importante para a ampliação da adoção nos Estados Unidos é a atuação do *BuildingSMART¹⁴ Alliance* que funciona como uma divisão do *BuildingSMART International*, uma associação de 30 países que tem como objetivos “*proporcionar a toda a indústria, pública e privada, liderança e apoio para o desenvolvimento, padronização e integração da tecnologia BIM para fornecer completa automação de todo o ciclo de vida dos edifícios*”(NBIS, 2013). O BuildingSMART lançou, em parceria com o AIA (*American Institute of Architects*, Instituto de Arquitetos Americanos), o *National BIM Standard-United States* (NBIMS-US, 2015), com o objetivo de estabelecer “*os padrões necessários para adoção de inovação no processo e infraestrutura para que os usuários finais através de todas as áreas da indústria possam eficientemente ter acesso a informação necessária para criar e operar de forma otimizada as instalações da edificação*” (NBIMS-US, 2015).

De acordo com a *National BIM Survey 2013* (NBS, 2013), ampla pesquisa feita no Reino Unido com o setor AEC, 30% dos entrevistados já utilizavam tecnologia BIM em 2011, um crescimento de aproximadamente 100% em relação ao ano anterior. O país tem avanços significativos no que diz respeito ao posicionamento do governo referente à regulação de padrões e níveis de implantação da tecnologia, enxergando-a como um ponto estratégico para o setor da construção do Reino Unido diante do mercado global. Sendo um dos primeiros países a formar uma agenda estratégica para implantação do BIM, estabeleceu prazos e etapas para a obrigatoriedade de

¹⁴ BuildingSMART Alliance faz parte do NBIS (National Institute of Building Sciences, Instituto Nacional de Ciências da Construção) dos Estados Unidos, órgão não governamental e sem fins lucrativos que atua como conselheiro e mediador do governo em relação a indústria da construção. Possui vários conselhos técnicos para diferentes áreas da indústria da construção, visando promover sua melhoria e o uso de tecnologia na construção.

uso da tecnologia BIM para o desenvolvimento de projetos e construções para todas as edificações públicas, com previsão para 2016.

Os países nórdicos (Finlândia, Dinamarca e Noruega) estão entre os países que há mais tempo adotaram a tecnologia BIM em sua indústria (MT HØJGAARD, 2014). Alguns deles já têm tornado obrigatório o uso do BIM nos seus setores públicos desde 2011. Este pioneirismo na adoção da tecnologia BIM também se deve à centralização da contratação de projetos e serviços construção por entidades governamentais que coordenam a construção e gestão de edificações de conjuntos de órgãos públicos. Além disso, esses países têm destaque no uso e no desenvolvimento de padrões abertos de informação da construção (baseados em IFC) e no incentivo tanto à pesquisa, desenvolvimento e educação em tecnologia voltada para a construção civil.

Os países asiáticos (HKCIC, 2014) também já possuem iniciativas no uso da tecnologia BIM. Singapura tem tido relevância pela atuação do BCA (*Building and Construction Authority*) na implantação da tecnologia BIM em todo o setor público em 2015, nos investimentos do governo no setor da construção voltados a implantação do BIM e nos programas estabelecidos incentivar o setor de empreendimentos imobiliários (CORENET e CORENET e-Plan Check) a migrar para a tecnologia BIM.

Em Hong Kong, a Autoridade de Habitação (*Hong Kong' Housing Authority*) “estabeleceu uma meta de aplicar BIM em todos os novos projetos em 2014. Ele também desenvolveu um conjunto efetivo de padrões de modelagem e orientações para a criação do modelo, gestão e comunicação entre os usuários BIM” (BUILD SMART, 2011). Enquanto na Coreia do Sul o Serviço de Contratação Pública (*Public Procurement Service*) “tornou o uso de BIM obrigatório para todos os projetos com mais de S\$ 50 milhões e para todos os projetos do sector público até 2016” (BUILD SMART, 2011). Segundo McGraw-Hill (2014), a Coreia do Sul ocupa o segundo lugar em adoção de BIM no mundo, com 51% das empresas já tendo implantado BIM em suas atividades.

No Japão praticamente um terço das empresas de construção já trabalham com níveis de implementação avançados) da tecnologia BIM - agregando outras dimensões além do 3D (MCGRAW HILL, 2014) e, praticamente todas as empresas levantadas pelo estudo perceberam um retorno do investimento em BIM como moderado a alto. Embora ainda não exista por parte do governo a exigência de obrigatoriedade do uso do BIM, guias para utilização da tecnologia BIM já vem sendo desenvolvidos por órgãos representativos como o Instituto de Arquitetos do Japão (SHIOKAWA, 2013) e o governo já tomou iniciativas de desenvolver projetos pilotos em BIM e iniciou a formulação de um guia BIM para projetos públicos.

Shiokawa (2013), ainda, levanta algumas características que podem relacionar o número relativamente alto de empresas que já utilizam o BIM com o baixo nível de exigência da obrigação do uso: busca pelo aumento de produtividade, a grande parcela de empresas desenvolvem seus projetos internamente (facilitando a integração do uso do BIM em mais dimensões de informação), e o alto valor de investimento em pesquisa e desenvolvimento por parte das empresas construtoras.

Na China, menos de 15% das empresas já adotaram o BIM, e grande parte desse número corresponde a construtoras, mais do que a projetistas (MCGRAW HILL, 2014). Devido à estrutura de alguns processos e ao marco legal do país, interessados encontram dificuldade para a ampla adoção do BIM na China, visto que estas limitações prejudicam a integração entre as equipes de projeto e as construtoras, e encontram resistências a mudança. Contudo, um fator favorável é a proximidade dos proprietários da edificação junto às construtoras, o que faz com que a ação do cliente em solicitar o uso do BIM para melhorias dos seus processos de uso e manutenção da edificação force as construtoras a implantarem a tecnologia. Como ação governamental encontrou-se que o BIM foi incluído como parte do Plano Nacional de 12º Quinquenal (2011-2015) que está formulando uma estrutura para adoção do BIM (CIC, 2013).

Nos países da União Europeia, embora já existam muitas empresas que já adotaram o BIM, a realidade de adoção não é homogênea e as perspectivas para a implantação do BIM em toda a indústria em cada um dos países variam bastante. Uma pesquisa realizada por diferentes empresas europeias do setor AEC em parceria com um Programa de Cooperação da Comissão Europeia (JANSSEN et al., 2013), levantou o envolvimento de algumas empresas com a tecnologia BIM em países europeus:

- Na Espanha foi encontrado uso muito baixo de BIM em projetos, sendo utilizados somente por grandes empresas de construção. Em geral, existe pouco conhecimento sobre o significado do BIM e o seu uso, quando utilizado, é apenas para fins internos e não para melhorar o processo de construção como um todo (JANSSEN et al., 2013).
- Na Holanda, que tem o uso de BIM obrigatório em todos os projetos de construções iniciados pelo governo desde 2011, foi verificada uma boa integração entre as partes dentro de um modelo BIM central, O início do uso do BIM no processo de construção é precoce e os clientes exigem o uso de BIM no processo de construção.
- Na Alemanha foi detectado um baixo uso do BIM em projetos. Quando usado, o BIM é fragmentado, cada envolvido usando seu próprio modelo BIM. O uso não é integral e não se pôde apontar a quem desenvolve o papel de iniciador, por sua estrutura fragmentada.
- Na França o uso do BIM foi iniciado nas associações de habitação social ou pelo Estado, e não

existe a figura de um gerente BIM.

De forma geral o estudo constata que estas diferentes situações em cada um destes países europeus são devidas as “*diferenças no método, na experiência, no desenvolvimento, no envolvimento do governo, papéis, momento de início e duração do BIM*”. Além disso, existe a dificuldade de trocas entre os modelos devido à falta de normalização e necessidade de softwares se adequarem ao mercado.

Na Austrália e Nova Zelândia, estudos mostram que as taxas de adoção chegam a 60% dos projetistas, usando o BIM em pelo menos 30% de seus trabalhos. Por outro lado, 30% das empresas construtoras já possuem algum nível de adoção da tecnologia BIM. Com esses níveis, os dois países, conjuntamente, ocupam o terceiro lugar em adoção de BIM no mundo (ACIF e APPC, 2014).

Como ficou claro nos parágrafos anteriores, a adoção do BIM no mundo tem sido fragmentada, com muitas iniciativas individuais: governos centrais desenvolvendo guias e padrões; a ausência desta ação governamental, mas empresas individualmente buscando estabelecer seus novos padrões de trabalho com a tecnologia, sem necessariamente isso se refletir em melhorias para os padrões da indústria da construção como um todo.

Cabe ressaltar que iniciativas internacionais como as promovidas por órgãos como o BuildingSmart na busca de desenvolver guias e padrões, extensões e protocolos abertos para a troca de informações da construção de forma universal entre aqueles que começam a adoção do BIM ao redor do mundo são de extrema importância para a adoção em escala nacional. Contudo estes órgãos, sozinhos, não possuem força suficiente para promover a adoção do BIM nos diferentes países.

Ações que impulsionem a adoção nas indústrias internas de cada país são essenciais. Como visto anteriormente, aqueles países mais avançados e com maiores taxas de implantação da tecnologia em sua indústria são aqueles onde o governo já tomou alguma medida estruturante para a implantação. Shiokawa (2013) apresenta uma tabela (Ver Tabela 3) onde expõe a relação de países que já tem alguma iniciativa pública para a implantação do BIM e quais os órgãos e documentos relacionados. A este se adiciona a informação da taxa de implantação da tecnologia BIM no país.

TABELA 3 - Guias BIM Obrigatórios em Cada País e sua Taxa de Implantação.

GUIAS BIM OBRIGATÓRIOS EM CADA PAÍS E SUA TAXA DE IMPLANTAÇÃO			
PAÍS	ORGANIZAÇÃO	DOCUMENTO	IMPLANTAÇÃO
EUA	NBIS	National BIM Standard (Nível Nacional)	75%
	GSA	BIM Guide Series 1 a 6 (Nível Agência)	
	Wisconsin	BIM Guideline and Standard for Architect & engineer (Nível Agência)	
	BuildingSMART & Penn. State Univ.	BIM Project Execution Planning Guide Ver. 1	
FINLÂNDIA	Senate Properties	BIM Requirements – Vol. 1 a 9 (Nível Agência)	65%
DINAMARCA	Bips	CAD Manual 2008	N/D
SINGAPURA	BCA	BIM Regulation Submission Pilot Guideline	N/D
AUSTRÁLIA	CRC	Nacional Guideline for Digital Modeling	49%
COREIA DO SUL	MLTM	BIM Application Guide (Nível Nacional)	51%
	PPS	BIM RoadMap (Nível Agência)	

Fonte: Shiokawa (2013) e McGraw Hill (2014) e NBS (2013)

3.3.2. Cenário de adoção mundial

Assim como vem acontecendo no mundo, a tecnologia BIM tem sido vista como promissora dentro do cenário da construção civil no Brasil, e já existem muitas iniciativas que visam à implantação desta tecnologia no país. Mas, da mesma forma que em grande parte dos países, as iniciativas ainda são descentralizadas e com objetivos pontuais, ou de interesses particulares, que não contribuem para uma mudança sistêmica na cadeia produtiva da indústria da construção.

Dentro do setor produtivo, embora não se tenha dados oficiais, em diferentes reportagens e

publicações especializadas da área AEC (ROCHA, 2011; NAKAMURA, 2014; LOURENÇON, 2011; BARONI, 2011), pode-se perceber que muitas empresas de projeto e construção já tomaram a iniciativa de realizar projetos-piloto em tecnologia BIM, com o objetivo de conhecer suas possibilidades e visando os benefícios da migração para esta nova plataforma. Grandes empresas construtoras já deram os primeiros passos, dentre elas podem ser citadas: Método, Odebrecht, JHFS, JFE, MDL, Gafisa. Além disso, uma quantidade relativamente grande¹⁵ de escritórios de arquitetura tem sido citados nesses meios, mostrando em alguns casos, escritórios com experiência de mais de cinco anos de utilização de tecnologia BIM.

Também com base nessas publicações, vê-se que a gama de assuntos relativos a diferentes aspectos da tecnologia BIM tem aumentado, indo de definições e possibilidades, até, mais recentemente, à associação da tecnologia BIM com orçamento e planejamento, além de perspectivas estratégicas da implantação no mercado brasileiro, formação de profissionais, entre outros.

Do ponto de vista setorial, essas iniciativas em escritórios de arquitetura e grandes construtoras não estão igualmente disseminadas nos diferentes elos da cadeia produtiva da indústria da construção. Iniciativas de escritórios de projetos complementares e de cálculo estrutural ainda são pontuais, sendo que algumas áreas específicas de instalações prediais nem chegam a ser mencionadas. E, frente às atividades de integração da modelagem BIM com o desenvolvimento das atividades no canteiro de obras, que já tem estudos e aplicações avançadas em outros países (SACKS et al, 2011), as iniciativas são escassas no Brasil.

Contudo um elo importante que já tem contribuído para o aumento de interesse na adoção da tecnologia tem sido o de fornecedores de materiais, com o lançamento das bibliotecas digitais inteligentes¹⁶ de alguns fabricantes de componentes construtivos (instalações hidro sanitárias, iluminação, etc) que têm facilitado a especificação e introdução de informação nas modelagens digitais das edificações por parte dos projetistas. Sendo uma atitude comercial estratégica por parte destes fornecedores, a interação entre diferentes cadeias (auxiliar e de suprimento) têm contribuído para um ganho significativo para a implantação da tecnologia BIM no Brasil.

No meio acadêmico, pode-se destacar dois pontos importantes: a produção científica sobre o BIM (teses, artigos, dissertações e eventos sobre o assunto) e a introdução do ensino da tecnologia BIM na grade curricular da graduação nas áreas de engenharia e arquitetura. Sobre o primeiro aspecto, a produção acadêmica, pode-se encontrar números consideráveis de dissertações e teses¹⁷

¹⁵ Relativamente grande em comparação as informações que se tem de utilização de BIM em outros tipos de escritórios de projeto (complementares, estrutura, etc)

¹⁶ Inteligentes aqui no sentido de bibliotecas de elementos que contem informação para construção, e por isso podem ser inseridos em um ambiente de projeto em BIM e se adequarem ao seu uso.

¹⁷ Em busca pelo termo BIM no banco de teses da CAPES, foram encontrados 253 publicações desde 2010 até

além de diversos artigos, boletins técnicos, e diversos eventos e congressos sobre o tema¹⁸, sinalizando que o interesse cada vez maior de profissionais interessados e demonstrando a atuação e integração de grupos de pesquisas em diferentes universidades brasileiras.

Contudo, ao focar o ensino de graduação, são poucas as universidades que já possuem em seu currículo alguma cadeira que aborde o potencial e benefícios do BIM para a AEC, ou que treine os seus alunos em alguma ferramenta de tecnologia BIM, ficando esses conteúdos renegados a um segundo plano, ou somente abordados em nível de pós-graduação (RUSCHEL, 2011).

Este descompasso entre a produção acadêmica, de alta qualidade, com experiências pontuais e limitadas nas empresas e a falta de uma formação adequada na graduação, forma um cenário de entrave ao desenvolvimento da adoção da tecnologia no Brasil. As empresas inovadoras precisam capacitar seus profissionais para, depois, iniciar o processo de implantação. E quando esta é bem sucedida, a experiência acumulada se torna propriedade da empresa, não favorecendo a formação de novos profissionais externos à ela.

No setor público, já se percebe algumas iniciativas para a utilização do BIM, tanto em concursos para cargos públicos de diferentes órgãos (CAERN, 2013; Tribunal de Justiça do Ceará, 2014; UFAL, 2010; entre outros), em licitações para projetos, quanto em ações estratégicas, ou de referência, dos governos em diferentes esferas. Contudo nota-se a pouca integração entre as iniciativas e a pouca clareza sobre as expectativas lançadas sobre a adoção da tecnologia BIM.

Figura 13 - Ocorrências do termo "BIM" em Editais



Fonte: Elaborada pela autora

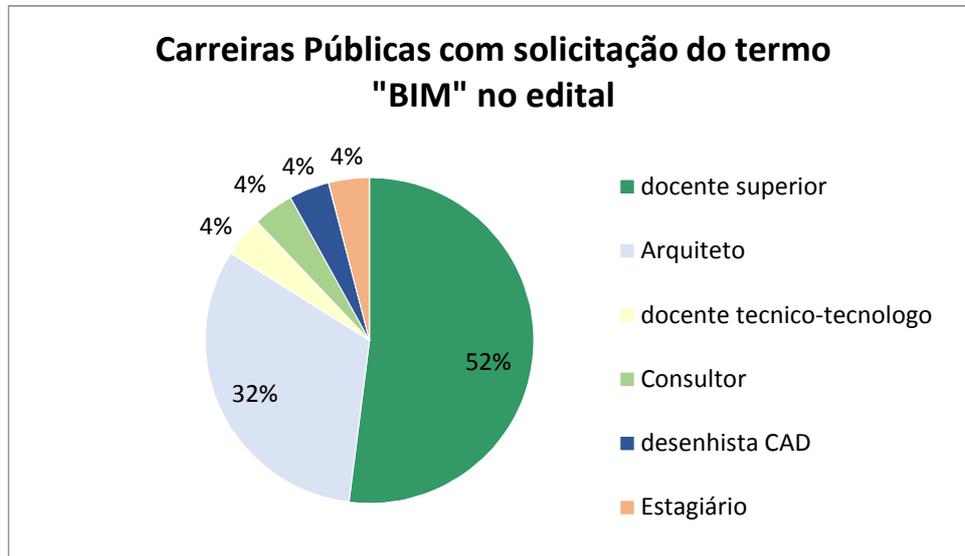
A Figura 13 mostra a ocorrência do termo "BIM" em Editais de Concursos Públicos, como ela vem crescendo nos últimos cinco anos. A Figura 14 mostra as Carreiras Públicas com solicitação do termo "BIM" no edital. Embora, se tenha exigido dos arquitetos e professores de nível superior conhecimentos sobre a tecnologia BIM, na maior parte das ocorrências, o termo se refere apenas a

¹ semestre de 2015.

¹⁸ TIC - Encontro de Tecnologia da Informação e da Comunicação na Construção (seis edições realizadas); Encontro BIM AsBEA (duas edições); Seminário BIM Sinduscon SP (duas edições); entre outros

um item do programa ou da bibliografia sugerida para o concurso, não sendo descrito que aspectos da tecnologia BIM seriam exigidos do candidato.

Figura 14 - Carreiras Públicas com solicitação do termo "BIM" no edital



Fonte: Elaborada pela autora

Além disso, percebe-se um esforço para a implantação da tecnologia BIM com uma visão de melhoria em curto prazo, de diminuição dos custos dos erros nas fases de projeto e construção, mas os benefícios de longo prazo do uso e manutenção da edificação ao longo de sua vida útil não estão sendo considerados de forma estratégica. Isso pode ocasionar que estas tentativas de implementação da tecnologia BIM sejam frustradas por não atenderem as necessidades futuras.

Apesar de a medida de maior importância para a adoção da tecnologia BIM no cenário nacional ter sido a inclusão da adoção da tecnologia BIM como estratégia no Plano Brasil Maior, seus resultados não tem sido tão impactantes a ponto de estimular a adoção da tecnologia. A principal ação tem sido a formação de uma parceria entre o IBICT e a UNESCO para a formação de uma biblioteca-padrão para o mercado brasileiro, que ainda está sendo desenvolvida.

Como um marco nacional, pode-se destacar a iniciativa do Estado de Santa Catarina, que em 2014 lançou um Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM), estabelecendo os procedimentos para desenvolvimento de projetos em BIM a serem entregues ao governo do estado, definindo as necessidades de padronização e a formatação.

Outro marco nacional é a atuação do Exército Brasileiro que, desde 2008, vem trabalhando com uma plataforma BIM que reúne informações de obras e das construções de suas instalações

militares em todo o Brasil (OPUS). Essa iniciativa já teve reconhecimento internacional, pois envolve programação de alto nível, abrange diferentes dimensões de informação e agrega dados de infraestrutura das cidades onde se instalam. Além disso, os profissionais à frente dessa iniciativa têm contribuído para a disseminação do uso da tecnologia BIM e têm apoiado a formação de grupos de estudos, padrões e bibliotecas para o uso do BIM.

TABELA 4 - Marcos da adoção da Tecnologia BIM no Brasil

Item	Ano	Órgão	Definição	Utilização
Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS)	2008	Exército Brasileiro	Sistema de informação	Uso interno
ABNT NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação — Organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação de informação	2010	ABNT	Normatização	Uso voluntário
ABNT NBR 15965-1:2011 Sistema de classificação da informação da construção Parte 1: Terminologia e estrutura	2011	ABNT	Normatização	Uso voluntário
Plano Brasil Maior ¹⁹	2011	MDIC Governo Federal	Plano Estratégico	-
Tigre CAD	2011	Empresa Tigre	Biblioteca comercial e Aplicativo	Uso voluntário
ABNT NBR 15965-2:2012 Sistema de classificação da informação da construção Parte 2: Características dos objetos da construção (partes 3 a 5 devem ser publicadas ainda este ano).	2012	ABNT	Normatização	Uso voluntário
Modelagem de biblioteca de famílias	2013 (em andamento)	IBICT	Biblioteca Padronizada	Uso voluntário (em andamento)
Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM - Fascículo I	2013	Órgão de Classe (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura)	Manual	Uso voluntário
Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)	2014	Governo Estadual SC	Termo de Referência	Uso voluntário
ABNT NBR 15965-3:2014 Sistema de classificação da informação da construção Parte 3: Processos da construção	2015	ABNT	Normatização	Uso voluntário
Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM - Fascículo II	2015 (previsão)	Órgão de Classe (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura)	Manual	Uso voluntário

Fonte: Elaborada pela autora

¹⁹ O Plano Brasil Maior é a política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo Dilma Rousseff. Esta baseada no fortalecimento das indústrias e do aumento do uso de tecnologias ligadas a elas, visando o aumento da produtividade e consequentemente a competitividade do país frente aos mercados mundiais.

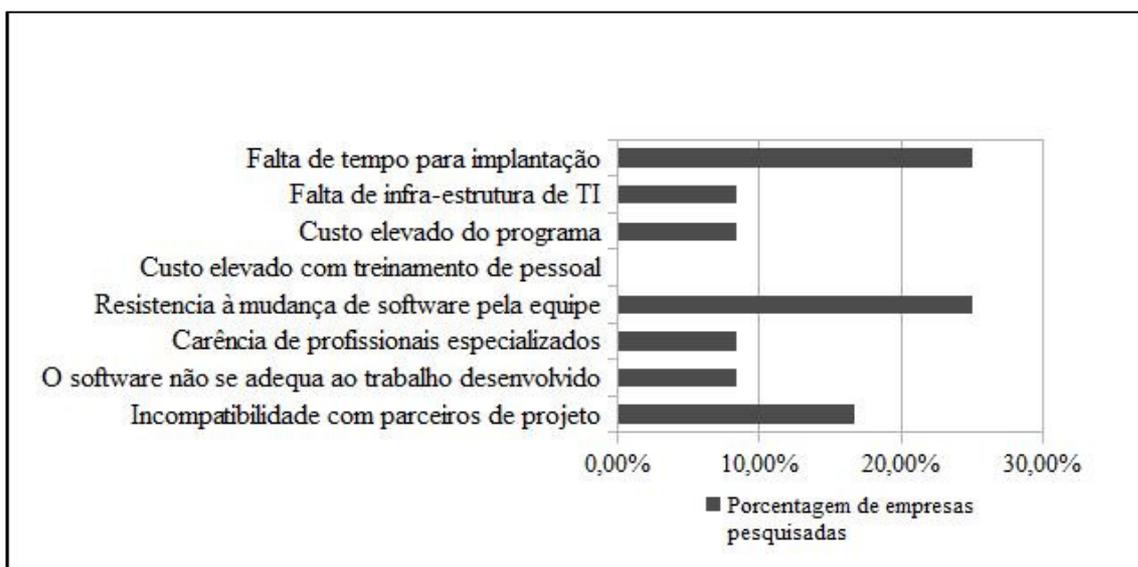
Dentre os órgãos de classe ligados ao setor AEC e também aqueles ligados a padronização de suas atividades (ABNT – Associação brasileira de Normas Técnicas) encontra-se mais ações com visão mais ampla, que buscam atingir todos os elos da cadeia. Guias, manuais e normas já vêm sendo publicados, como um esforço de conduzir determinados setores de forma unificada e organizada, mas seu uso é optativo, e muitas das empresas que já tem experiência na utilização do BIM, devido à falta de materiais padronizados, vêm desenvolvendo, sozinhas, os seus próprios padrões. Além disso, as empresas que se lançarem à iniciativa de implantação perceberão, ainda, as lacunas dos materiais disponíveis para conduzir sua atuação.

Na Tabela 4, apresenta-se, de forma cronológica, os marcos mais relevantes da adoção da tecnologia BIM no Brasil.

Embora todas estas iniciativas sejam importantes, somente uma ação coordenada, com uma visão sistêmica poderá conduzir de forma bem sucedida a adoção da tecnologia BIM no cenário nacional, pois ainda existem muitas dificuldades a serem superadas.

Segundo Souza, Amorim e Lyrio (2009), em pesquisa feita com escritórios brasileiros que tiveram a iniciativa de implantar a tecnologia BIM, as principais dificuldades de implantação encontradas foram:

Figura 15 - Dificuldades para implantação da tecnologia BIM



Fonte: SOUZA, AMORIM e LYRIO (2009)

Na Figura 15, três aspectos se destacam: a falta de tempo para implantação, a resistência a mudança de software pela equipe e a incompatibilidade com parceiros de projeto. Este último destaca a dificuldade de se implantar a nova tecnologia sem ter uma mudança compatível dentro da

indústria.

Sousa, Meiriño (2013) reforçam e abordam outros fatores que vêm se tornando críticos para o bom desempenho e utilização da tecnologia, destacando-se:

- ♣ *“A necessidade da configuração de parâmetros e definição de informações não geométricas nas fases iniciais de concepção do modelo, exige do usuário um certo nível de experiência e conhecimento projetual,...”*
- ♣ *“Outra questão relevante é o investimento financeiro necessário à implementação da metodologia BIM ... “(hardware, software e treinamentos)*
- ♣ *“Observam-se dificuldades de interoperabilidade entre os softwares...”* (softwares desenvolvidos por empresas diferentes, ou de versões diferentes não possuem total compatibilidade, sendo necessário a utilização de formatos IFC, que podem gerar perdas de informação)
- ♣ *“ ... o número de projetistas capacitados fazendo uso efetivo das ferramentas BIM é insuficiente para promover total integração entre os escritórios, empresas e profissionais autônomos de AEC...”*
- ♣ *“Reclamação frequente entre usuários remete à falta de flexibilidade dos “softwares”, ou seja, às poucas possibilidades de customização (as necessidades específicas da empresa em questão)”*
- ♣ *“... é necessária a criação de mecanismos jurídicos que assegurem a autoria dos projetos e a integridade das informações técnicas especificadas por todos os especialistas envolvidos.”*

Estas são algumas barreiras encontradas para a implantação da tecnologia BIM em âmbitos empresarial e nacional, para setores envolvidos mais diretamente com a elaboração de projetos. Contudo, uma barreira difícil de transpor é a inércia da absorção de inovações por toda a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC), pois os benefícios que podem ser alcançados ultrapassam os âmbitos de projeto e se refletem em melhorias na troca de informações entre aqueles agentes atuantes na produção/construção da edificação.

Alguns autores também levantam aspectos conjunturais da estrutura e maturidade da construção civil no Brasil. Amorim (2014) afirma que *“A introdução do BIM rearticula atores em função de novas funções e conteúdos de produto, mas respeita as dimensões culturais, legais,*

regulamentares e estruturas econômicas mais gerais existentes... (A construção brasileira não será igual à alemã em decorrência da introdução do BIM...)". Desta afirmação conclui-se que a introdução da tecnologia BIM pode ser afetada por aspectos conjunturais e de maturidade intrínsecos a realidade da CPIC no Brasil.

Figuerola (2011) observa que “*a adoção do BIM necessariamente forçará essa classificação para que se possam adicionar propriedades aos objetos no banco de dados ou modelo 3D*”, essa necessidade de classificação e padronização também é observada por Baroni (2011).

Levantando aspectos que são essenciais para a implantação da tecnologia BIM no Brasil, observando que a difusão tecnológica deve considerar estas diferenças, Amorim (2014) aborda as seguintes questões:

- O grau de formalização e normalização de processos e produtos é diferente conforme países/ regiões;
- A participação da concepção e gestão na formação de valor também varia muito;
- Os processos de formação de preços e de contratação (Design-Bid-Building, Procurement...) também são variados e tem forte influência nas decisões empresariais.

Desta forma, pode-se entender como os aspectos técnicos e conjunturais influenciam a adoção da tecnologia no Brasil. As empresas terão que amadurecer seu conhecimento sobre seus produtos e processos para poder realizar uma implantação bem-sucedida e que esteja habilitada para atingir bons níveis de troca de informação com diferentes parceiros, levando toda a indústria a mudança de paradigma.

3.4 Implantação da tecnologia BIM

Quando se fala da adoção da tecnologia BIM na CPIC, deve-se considerar a adoção da tecnologia BIM em cada empresa, e isso inclui considerar tanto os benefícios em longo prazo sobre a produtividade, qualidade e novas possibilidades de inovações ocasionadas pela tecnologia para a empresa. Deve-se considerar, ainda, os impactos que a implantação gera nas rotinas, atividades e produtividade da empresa no início de sua execução.

O uso da tecnologia BIM de forma global requer a reestruturação de processos e as formas de interação entre projetistas, fornecedores, construtores, orçamentistas e todos os outros agentes que agregam ou extraem informação do modelo virtual da construção. Uma alteração deste porte passa a

ser complexa e de difícil estruturação, condução e gerenciamento, devendo ser conduzida de forma a permitir uma “migração” segura e com qualidade para todos os envolvidos, requerendo um tempo razoável para se alcançar o mesmo nível de produtividade e entrosamento que se tem no estado pré-implantação. Isso faz com que esses diversos agentes, embora percebendo as possibilidades e capacidades superiores da tecnologia BIM, permaneçam com os mesmos padrões de trabalho já conhecidos.

Quando se fala da utilização da tecnologia BIM em nível pleno, Ruschel (2013) apresenta três estágios de adoção de BIM elaborados por Sucar (2009), sendo esses estágios:

- **Primeiro estágio de adoção:** *“... a ênfase está na modelagem paramétrica (... baseada em objetos) e está relacionado ao uso de uma ferramenta BIM específica (...). Geralmente envolve uma única disciplina de projeto no desenvolvimento do modelo 3D e fica-se restrito a uma fase específica do processo (projeto, construção ou operação) (...). Nesse estágio de adoção observam-se:*
 - *Pequenas mudanças em políticas,*
 - *Médias mudanças em processos e*
 - *Grandes mudanças em tecnologia”.*
- **Segundo estágio de adoção:** *“... a ênfase está no compartilhamento multidisciplinar do modelo entre uma ou duas fases do processo de projeto, envolvendo até duas disciplinas ou dois agentes diferentes (...). Esse estágio é caracterizado pela colaboração baseada em modelos (...). A adoção do BIM neste estágio requer a implementação de coordenação nos processos de projeto, associado a uma mudança de cultura da empresa, objetivando a adoção de equipes de projeto coordenadas. Comparado ao estágio anterior, este requer a adoção de:*
 - *Mudanças médias em políticas,*
 - *(Mudanças médias) em processos e,*
 - *Pequenas mudanças em tecnologia”.*
- **Terceiro estágio de adoção:** *“(...) a ênfase está na criação compartilhada e colaborativa do modelo da edificação, em todo o processo do empreendimento, envolvendo as fases de concepção, construção e operação, e as múltiplas disciplinas da área da AEC. Este estágio é caracterizado pela integração em rede... Este estágio de adoção do BIM requer:*
 - *Mudanças drásticas nas políticas e*

- (Mudanças drásticas nos) *processos das empresas* (mais de uma); e,
- *Se apoia em mudanças significativas nas bases tecnológicas utilizadas pela empresa*”.

A partir destas definições, pode-se entender por uso pleno da tecnologia BIM como o terceiro estágio de adoção apresentado acima.

Existem diferentes estratégias para se iniciar a adoção da tecnologia BIM em uma empresa. Contudo, para se alcançar uma adoção bem-sucedida, deve-se avaliar os processos e a qualidade dos produtos/serviços desenvolvidos no estado atual, para então estabelecer os objetivos que se desejam alcançar com a tecnologia, e garantir que, no mínimo, os mesmos padrões de qualidade dos produtos/serviços oferecidos atualmente sejam alcançados.

Cachadinha (2009) destaca aspectos fundamentais a serem observados em uma iniciativa de implantação da tecnologia BIM em qualquer empresa:

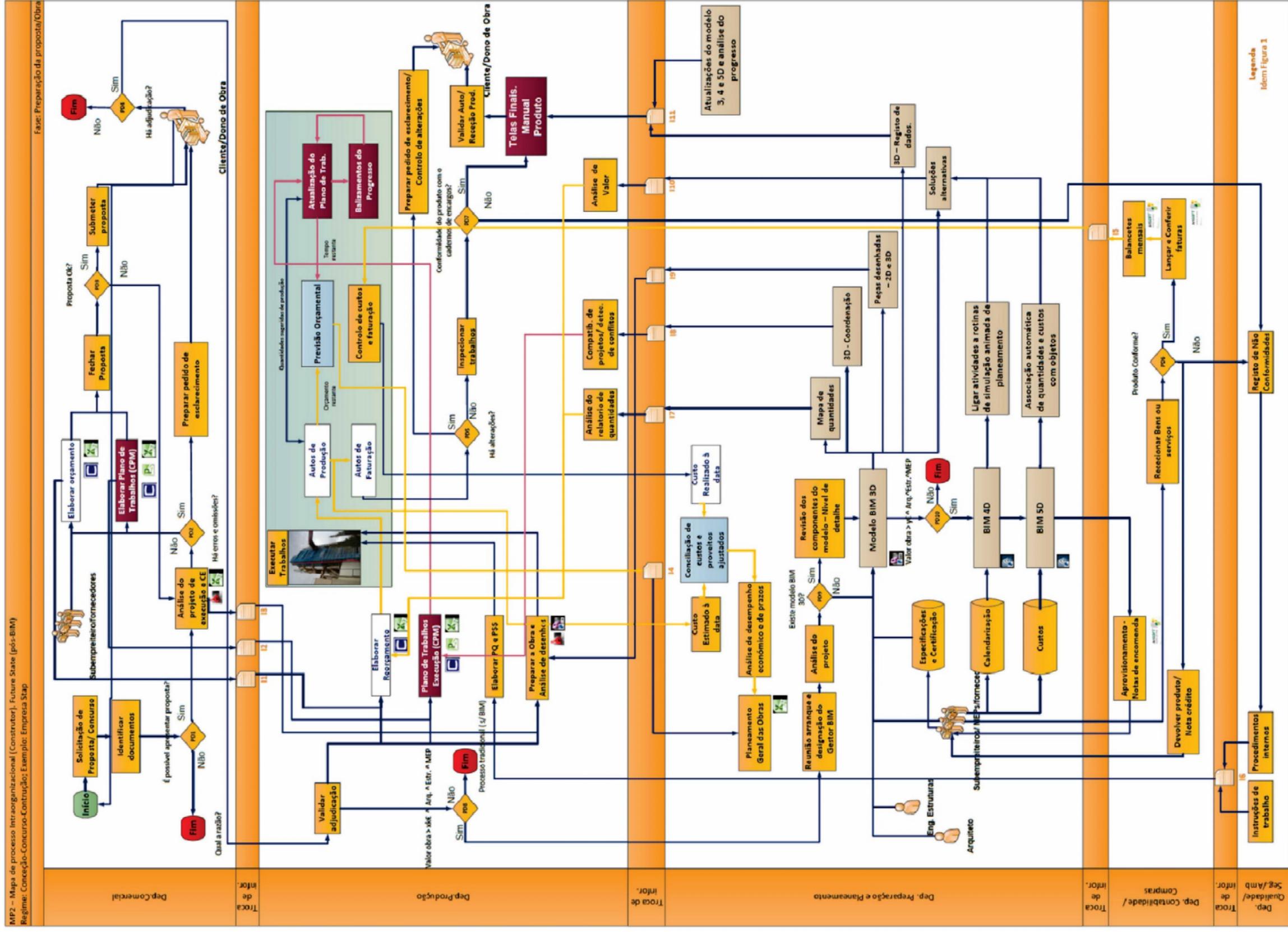
- *“Identificar os objetivos, valor estratégico e uso específico;*
- *Desenho do processo BIM - garantir que funciona com os processos existentes. Identificar onde os novos processos requerem mudanças na organização. Definir mapas de processo;*
- *Troca de informação e colaboração - partilhar informação nas várias fases é crítico para o sucesso, devendo-se garantir que a equipe seja flexível neste âmbito. Utilizar normas sempre que possível para facilitar a conduta de colaboração como a National Building Information Modeling Standard (NBIMS). Definir procedimentos internos;*
- *Infraestrutura tecnológica necessária - Requisitos de hardware, software e network (rede). Como estas ferramentas trabalham melhor num ambiente colaborativo, são necessárias medidas que garantam o acesso à internet tanto na sede como no estaleiro (canteiro) de obra. Permitindo a atualização e sincronização do modelo independentemente do local de trabalho”.*

Neste aspecto, cabe ressaltar que o referencial teórico que diz respeito a sistemas de gerenciamento de qualidade, gerenciamento de projetos, gerenciamento de processos e gerenciamento de mudanças, que possam já estar em vigor na empresa para gerir suas atividades, são de extrema importância para a gestão de todos os aspectos envolvidos na adoção da tecnologia BIM. Em incorporadoras e construtoras de grande porte, sistemas de gestão costumam ser empregadas amplamente nos processos de trabalho, conforme visto no Capítulo 2, e podem contribuir para uma implementação eficaz.

Um dos mais completos guias sobre como executar o planejamento da execução do BIM em uma organização está registrado no guia desenvolvido por CIC (2007), dentro do Programa de Pesquisa sobre Construção integrada por Computador da Universidade da Pensilvânia. Segundo Cachadinha (2009), esse guia, “*apesar de ser uma importante referência foca principalmente a implementação do ponto de vista do projeto, do gestor de projeto e da interoperabilidade entre entidades externas*”, e não tanto em uma empresa construtora que queira implantar a tecnologia BIM em suas atividades.

Desta forma, Cachadinha (2009) propõe uma estrutura de mapeamento do estado atual e do estado futuro (com a tecnologia BIM) dos processos de uma empresa construtora, conforme as Figuras 16 e 17, abaixo:

Figura 17 - Modelagem do processo em BIM de uma construtora portuguesa.



Fonte: Cachadinha (2009)

Vê-se, dessa maneira, o referencial teórico sobre mapeamento de processos aplicado de modo a tornar a implantação da tecnologia BIM em uma empresa eficaz e com maior controle dos resultados esperados.

Hartmann (2012) exemplificou um conceito de implantação de ferramentas BIM associado aos processos de trabalho já em uso, em atividades de projeto em dois casos de estudo apresentados em seu artigo. Este conceito de implantação foi chamado pelo autor de “puxada tecnológica” (livre tradução de *Technology pull*), ou seja, com base na estrutura de processo de trabalho existente, alinhar e “customizar” o uso e funcionalidades da tecnologia BIM para que a sua implantação atenda a estes processos existentes. Essa proposta se mostra contrária aos processos de implementação identificados pelo autor em pesquisas anteriores. Costumeiramente, esses processos se baseiam em um ação “do topo para a base”, através de uma visão de “empurrar a tecnologia” (livre tradução de *Technology push*). Nessa visão, os profissionais envolvidos teriam que realinhar seus processos de trabalho para as novas "*formas de trabalho colaborativas e integradas*", em um primeiro momento, sem conhecer as potencialidades ou as suas necessidades de trocas de informação com a ferramenta BIM e com seus parceiros, passando por um estado de perda de produtividade e por um lapso de organização do processo de trabalho.

Em suas conclusões, afirma que as práticas de gerenciamento de projetos, se mostraram valiosas para entender com mais facilidade e mais profundamente o processo de trabalho existente, e que essa forma de implantação tornou a ferramenta BIM mais compreensível para todos os profissionais envolvidos que puderam participar da configuração das ferramentas BIM, adequando-as as suas necessidades.

Ainda de acordo com o autor, o esforço para se construir uma visão para a sistematização e análise da implantação do BIM, podem ser agrupados da seguinte maneira:

- ♣ *Dimensões da tecnologia BIM: “... categorizar uma implementação BIM de acordo com o seu software ou hardware”.*
- ♣ *Dimensões do nível da indústria, ou seja, se uma implementação BIM ocorre ao nível da indústria, empresa ou projeto.*
- ♣ *Funções de negócios de construção, ou seja, qual a função do negócio que implementação BIM deve servir no contexto de um projeto de construção ou para uma empresa de construção.*
- ♣ *Dimensões da maturidade de implementação, ou seja, quão avançado e rotineiro é a implementação BIM.*

♣ *E política e as dimensões regulamentares, ou seja, quais são os regulamentos e normas relacionadas com a implementação.*

Essas dimensões abordadas são especialmente importantes para este trabalho, pois não abordam a implantação do BIM no contexto somente de um projeto ou empresa, mas de forma sistêmica, levando em consideração o quanto a tecnologia BIM está difundida na indústria e quais são as estruturas legais e regulamentares que suportam as atividades dentro desta nova plataforma.

RICS (2014), ao descrever a experiência na aplicação do 5D (orçamento) em Tecnologia BIM, ressalta ainda que *“uma vez que uma organização tem a confiança para discutir e debater o seu envolvimento BIM, os próximos passos são trabalhar com os outros e envolver a sua própria cadeia de abastecimento. Um tema-chave associado ao trabalho com BIM é a colaboração, mas se a cadeia de abastecimento atual não está alinhada com os objetivos de negócios, então isso também irá impedir que a empresa realize plenamente seus benefícios BIM.”*

Como foco comum destes autores, pode-se destacar a necessidade de planejamento inicial, implantação em fases e envolvimento das empresas parceiras para uma adoção plena da tecnologia BIM em uma empresa AEC.

3.5 Empresas construtoras/incorporadoras: vetores e estruturadores da adoção da tecnologia BIM na CPIC no Brasil

As empresas construtoras e incorporadoras de grande porte são um grupo pequeno dentro do universo de empresas construtoras (apenas 20% possuem mais de 30 funcionários), contudo respondem por praticamente 80% do pessoal ocupado e dos valores gerados pelo setor, por isso abrem a possibilidade de atuar como pontos estratégicos e multiplicadores de efeitos.

Elas também assumem uma posição central dentro da realização de um empreendimento imobiliário, estando presente como autora ou coordenadora, desde a concepção do produto, passando pelo seu detalhamento, planejamento, execução, e entrega ao usuário final.

Para a realização de um empreendimento imobiliário, a rede montada entre incorporador-construtor-projetistas-fornecedor-prestador de serviços pode ser única e não replicável, devido a fatores intrínsecos da unicidade da produção da construção civil e por fatores de mercado como a busca por menor preço entre os fornecedores. Contudo, os processos e o sistema de gestão de um empreendimento feito por uma construtora são padronizados e repetitivos, com pouca interferência vinda da troca dos outros agentes desta rede.

As fases de definição do produto e de projeto respondem pelos maiores impactos sobre o custo final de uma edificação, embora tenha um custo menor em relação à fase de execução. Ainda, podem responder por até 30% dos custos dos erros que ocorrem na fase de execução, por isso ações tomadas desde o início da concepção de um empreendimento (dentro de uma empresa construtora/incorporadora) tem um efeito muito maior nos custos e impactos gerados.

Já existe uma tendência de incorporadoras/construtoras buscarem por parcerias estratégicas com seus fornecedores para o aumento da qualidade e eficácia dos empreendimentos. Esta tendência facilita o estabelecimento de uma base para a construção de parcerias estratégicas para a adoção da tecnologia BIM de forma coordenada entre as empresas construtoras e incorporadoras e seus parceiros.

Desde a década de 1990, o setor da construção civil tem implantado alguns esforços para melhoria que estão mudando a produtividade, qualidade e a relação com os clientes. Como foi visto no Item 2.3.2, o Código de Defesa do Consumidor, as certificações de qualidade, o PBQP-H, os Selos Verdes e a Norma de Desempenho já vêm impactando as empresas incorporadoras e construtoras, que continuamente vem se adaptando a estas novas condições impostas, o aprendizado na condução destas mudanças e a necessidade de gerenciamento da grande quantidade de informação gerada por estas novas exigências geram a necessidade, de melhoria nos sistemas de informação, o que abre espaço e cria condições favoráveis à adoção da tecnologia BIM.

Como apontado por Blumenshein (2004), os fatores para inovação são: Mercado – Demanda; Tecnologia – Pesquisa e desenvolvimento; Produção – quem usa e aplica, aprende e melhora; Firma – estratégia competitiva; Empreendedor – presença de um líder; Políticas Públicas; SNI – Sistema Nacional de Inovação. Dentre estes fatores para inovação, existem alguns que podem ser promovidos pela ação de empresas construtoras e incorporadoras para a adoção da tecnologia BIM na CPIC, sendo eles:

- **Mercado – Demanda:** como as empresas construtoras e incorporadoras são um mercado consumidor significativo para os setores de venda de materiais, para prestação de serviços e para escritórios de projetos, seu poder como cliente, de acordo com a teoria de Porter, pode gerar uma demanda para todas estas outras empresas que deverão se posicionar ante a nova exigência para continuarem a sendo competitivas no mercado;
- **Firma – estratégia competitiva:** Neste tópico cabe ressaltar a importância de conscientizar as próprias construtoras e incorporadoras da importância estratégica da adoção do BIM dentro das atividades da empresa e dentro da CPIC, e de seu papel para que este processo aconteça de forma coordenada;

- **Empreendedor – presença de um líder:** Este tópico aborda a questão central da proposta, onde as empresas construtoras e incorporadoras teriam, dentre todas as outras empresas atuantes na CPIC, maiores condições de serem líderes no processo de adoção da tecnologia BIM dentro da CPIC, conduzindo os seus parceiros e colaboradores durante o processo;
- **Produção – quem usa e aplica, aprende e melhora:** Este tópico é bastante relevante para a adoção do BIM em toda a Cadeia Produtiva, pois, como visto no capítulo três, existem muitos estudos sobre a adoção da tecnologia BIM em um ambiente corporativo, mas pouco se encontra referências de abordagens que envolvam vários elos da cadeia.

A importância dos outros vetores não pode ser diminuída diante do cenário global visto que a ação governamental em políticas públicas para incentivar e regular o uso da tecnologia e os sistemas nacionais de inovação são fundamentais para a mudança de paradigmas tecnológicos.

Além disso, como visto anteriormente no estudo “Perspectivas de Crescimento – Construção Civil 2010-2013” (BNDES, 2011) que aponta que a falta de integração e os diversos interesses individuais *“têm impedido que essa cadeia (da indústria da construção) se veja como cadeia de valor, com foco num cliente comum a todos”* é levantada também a questão de qual o tipo de empresa poderia promover o alinhamento de diversos setores da indústria da construção, promovendo uma melhoria da CPIC como um todo; e referente a grandes empresas, o estudo afirma que elas *“têm qualificação técnica para introduzir as inovações e a possibilidade de comandar a cadeia, coordenando-a”*; concluindo que *“é possível acreditar que seja do interesse dessas grandes empresas desenvolver inovações que levem à introdução da construção industrializada no país”*.

A mesma lógica pode ser aplicada a desenvolver inovações que introduzam a tecnologia BIM na CPIC no país, sendo esta tecnologia favorável à integração com a construção industrializada e trazendo muitas melhorias para a construção civil no Brasil. Além disso o BNDES aponta diversas ações que podem ser alinhadas com a adoção da Tecnologia BIM no país:

Como premissa para a eficácia e a eficiência da adoção da construção industrializada, é relevante vencer os inúmeros desafios que se apresentam. Podem ser propostas as seguintes ações: “a) em fase anterior ou paralela, a simplificação e a redução do arcabouço institucional; b) a racionalização das atividades construtivas e, nesse sentido, a busca pela articulação da cadeia produtiva em nível nacional; c) a padronização, pelos fornecedores, dos materiais de construção; d) a busca, em conjunto com os demais membros da cadeia, pelo aumento da competitividade do setor; e) a constituição de programas em larga escala de formação e qualificação de mão de obra; e f) a destinação, pelo Sistema Financeiro Nacional, de montantes significativos de recursos para apoiar a mudança estrutural no setor, financiamentos para a edificação residencial de fontes públicas, principalmente para população de baixa renda, e de fontes privadas, para a edificação comercial.” (BNDES, 2011).

Em outro estudo Floriani (2010) assinala ainda que a necessidade por melhorias que conduzam a atendimento de novas demandas por qualidade e produtividade conduzirão as empresas

da indústria da construção absorverem inovações:

As exigências de incorporação de qualidade, redução de desperdícios e agilidade na construção favorecem a difusão das tecnologias de montagem e os materiais já vêm parcialmente prontos e são montados. O planejamento da obra e seu controle assumem maior importância, e não se admitem mais altos índices de desperdícios por quebras de materiais e retrabalho. O monitoramento do processo construtivo e a identificação das potenciais melhorias e a atenção às preferências dos clientes, com a continuidade de estudos que aproveitem resíduos de outras indústrias certamente promoverão inovações que serão absorvidas pelo setor da construção civil.

Os itens acima apresentam caminhos para aceleração e difusão da tecnologia BIM na CPIC. Pois podem ser encontrados pontos de aderência entre as necessidades presente de melhoria de processos e de qualidade e as melhorias propostas pela tecnologia BIM. Fazendo com que o fator de mercado e demanda e estratégia competitiva das firmas possam se tornar vetores altamente influentes.

Por este motivo, a implementação da tecnologia BIM dentro dos processos produtivos de uma incorporadora/construtora é visto como estratégico devido à quantidade de agentes dentro da sua própria cadeia produtiva que ela irá impactar diretamente, e pelo reflexo dessa mudança tecnológica dentro da indústria como um todo. Desta forma espera-se que ela possa funcionar como um acelerador para a mudança do paradigma tecnológico da indústria.

Tópicos Relevantes do Capítulo 3

BIM

1. A tecnologia BIM integra a modelagem da construção com o seu respectivo banco de dados, podendo suportar não somente informações referentes à geometria, materiais e especificações, como também informações sobre planejamento da construção, orçamento, desempenho ambiental, operação e manutenção, permitindo o seu uso ao longo da vida útil da edificação.
2. Por integrar em uma única base informações de projeto e processos para construção e utilização, a tecnologia BIM potencialmente rompe paradigmas e pode tornar o desenvolvimento de uma edificação um trabalho colaborativo e com melhor qualidade.

ADOÇÃO NO MUNDO

3. A adoção da tecnologia BIM internacionalmente acontece de forma fragmentada, tendo países em estágios avançados e países com taxas baixas de adoção.
4. Iniciativas internacionais para padronização, construção de bibliotecas e banco de dados são importantes para dar suporte à implantação e integração entre os diversos países, mas por si só não são suficientes para fomentar a implantação da tecnologia BIM.
5. Países que tornaram o uso do BIM obrigatório para algumas agências públicas ou em nível nacional têm índices de adoção da tecnologia BIM maiores do que países que não tiveram esta iniciativa.
6. Clientes (contratantes públicos e privados) têm grande poder de influenciar a adoção do BIM exercendo pressão para sua utilização, desde que sejam conscientizados das vantagens e melhorias que irão adquirir com a modelagem da informação da construção ao longo da vida útil da edificação e na redução de custos e tempo de desenvolvimento de projeto.
7. O governo é o principal cliente capaz de estruturar de maneira sistêmica a adoção do BIM dentro da indústria nacional, mas para isso deve primeiramente estabelecer orientações, padrões e manuais para as diversas áreas envolvidas e posteriormente tornar seu uso obrigatório.
8. Empresas Construtoras, em alguns países, se tornaram os maiores interessados e implantadores da Tecnologia BIM, devido à redução do tempo de desenvolvimento de projeto para execução, detecção de conflitos antecipadamente, e integração automatizada.

ADOÇÃO NO BRASIL

9. A indústria brasileira já apresenta níveis iniciais de implantação, com iniciativas em escritórios de projetos, construtoras, fornecedores, órgãos do governo e em órgãos representativos de

classe e instituições para padronização.

10. A falta de articulação estratégica para a implantação da tecnologia BIM na indústria da construção nacional faz com que diversas entidades produzam guias e manuais com diferenças de interpretação e foco, fazendo com que esforços se sobreponham e não contribuindo para uma real estruturação para a mudança de paradigma.
11. O peso de clientes como órgãos públicos e do governo, e de grandes empresas construtoras e incorporadoras, que são grandes contratantes de projetos e serviços no Brasil pode servir de pivô para a mudança de paradigma.

4 PROPOSTA

Após apresentar nos capítulos anteriores dados sobre a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção, sobre as características e relevância da Tecnologia BIM, e avaliar o potencial que as empresas construtoras/incorporadoras podem ter para a adoção da tecnologia BIM no Brasil, estes nos revelam vários fatores que servem por base da proposta deste trabalho, que consiste no seguinte ponto:

Investigar como as empresas Construtoras/Incorporadoras de grande porte podem ser agentes fundamentais para a aceleração da adoção da tecnologia BIM dentro da CPIC no Brasil.

Para executar esta investigação foi utilizada a análise sociométrica das relações das construtoras/incorporadoras com o objetivo identificar e qualificar sua rede de influência. Desta forma este capítulo irá abordar o procedimento metodológico da aplicação do conceito de centralidade em redes sociais e a construção do modelo de rede não direcional simples da CPIC, buscando revelar o potencial de influência das construtoras/incorporadoras de grande porte.

4.1 Procedimento metodológico

Um dos referenciais teóricos que servem de base para a compreensão da importância das empresas construtora/incorporadoras de grande porte dentro da CPIC é a análise de redes sociais.

A análise de redes sociais segundo Fialho (2014) pode ser definida como : *“redes de comunicação que envolvem uma linguagem simbólica, limites culturais, relações de troca e de poder. As redes sociais surgiram nos últimos anos como um novo padrão organizacional capaz de expressar, através da sua arquitetura de relações, ideias políticas e econômicas de caráter inovador, com a missão de ajudar a resolver alguns problemas atuais. São a manifestação cultural, a tradução em padrão organizacional, duma nova forma de conhecer, pensar e fazer política e de definir estratégias”*.

Entre as ferramentas existentes para coleta e análise de dados sobre redes sociais está a sociometria, que tem ênfase na *“observação e na recolha sistemática de dados, o esforço para quantificar e formalizar as relações sociais e a teorização sobre as propriedades das redes sociais conceitualizadas através do recurso aos grafos”* (FIALHO 2014).

Os grafos são representações das relações em redes sociais e podem ser representados matematicamente, facilitando medir diversos aspectos relacionados a uma rede. Existem diferentes medidas descritivas de redes, entre elas: densidade, centralidade, proximidade, intermediação, distância geodésica, alcance, subgrupos.

Dentre os tipos de medidas de rede, a análise do conceito de centralidade dentro de uma rede se torna fundamental para este trabalho. Nooy et al. (2005) afirmam que *“a maioria das redes sociais contêm pessoas ou organizações que são centrais. Por causa de sua posição, elas têm melhor acesso à informação e melhores oportunidades para divulgar informações”*.

A posição que estas empresas construtora/incorporadoras têm ante aos seus fornecedores, parceiros e pares dentro do processo de realização de um empreendimento possui características importantes a serem avaliadas, visto que *“o indicador mais simples de centralidade é o número de seus vizinhos”* (NOOY et al., 2005), a centralidade de seu posicionamento fica mais evidente.

Esta centralidade pode apresentar fatores favoráveis para que estas empresas assumam um papel fundamental na adoção da tecnologia BIM em toda a CPIC, pois *“os laços sociais constituem um capital social que podem ser utilizados para mobilizar recursos sociais”* (NOOY et al., 2005).

Assim, após fazer uma breve revisão conceitual destas referências teóricas e metodológicas, parte-se agora para análise dos dados obtidos com a pesquisa e a construção do modelo de rede não direcional simples da CPIC.

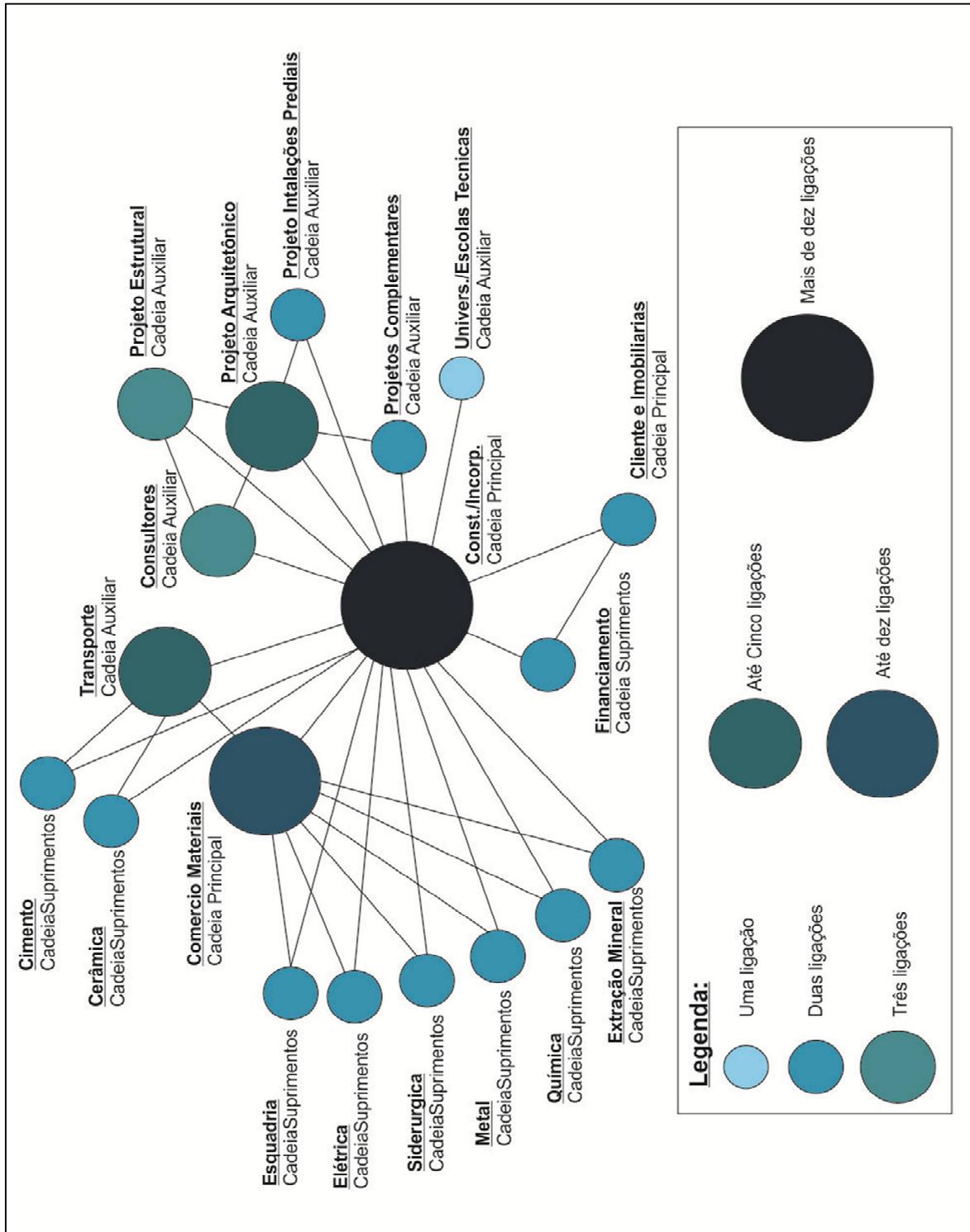
4.2 Aplicação

Como argumentado anteriormente, a CPIC não pode ser considerada uma rede social centralizada, pois muitas são as organizações atuantes na área, desde a construção de edificações (com empresas de pequeno, médio e grande porte) até grandes obras de infraestrutura. Além disso, a autoconstrução é muito comum e representa grande parte do mercado consumidor de materiais de construção, por exemplo. Por isso, as relações entre as construtoras, ou indivíduos, e seus fornecedores para construção formam uma rede com muitos laços entre os diversos agentes, acaba por não apresentar grande convergência para um único agente.

Por este motivo, a centralidade exercida por uma construtora/incorporadora durante o processo de desenvolvimento de um empreendimento, embora temporária, representa um momento oportuno para que ações coordenadas entre os parceiros sejam desenvolvidas. Com base no modelo da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção proposto por Blumenshein (2004), pôde-se desenvolver um grafo, apresentado na Figura 18, que demonstra a posição de centralidade exercida pela

construtora/incorporadora em relação a sua rede de parceiros no desenvolvimento de um empreendimento

Figura 18 - Rede não direcional simples da CPIC



CPIC Fonte: a autora

Por sua posição central, as empresas construtoras/incorporadoras têm maior possibilidade de disseminação de informações, de padrões e de inovação (NOOY et al., 2005). Dentro desta rede,

pode-se identificar também alguns agentes que tem maior peso nesta disseminação, como os agentes de projeto arquitetônico, consultoria e comércio de materiais, pois sua participação estrutura a ação de outros agentes, podendo ser vistos como potenciais parceiros estratégicos.

4.3 Considerações sobre a pesquisa

Com o intuito de levantar mais informações que servissem de base para elaboração de mais modelos de rede da CPIC baseados em dados reais, foram elaborados questionários que tinham por objetivo captar a percepção dos agentes atuante na CPIC em relação ao papel das construtoras/incorporadoras.

A seguir, é descrito o procedimento para a elaboração e aplicação destes questionários, contudo cabe a ressalva que os dados obtidos não foram satisfatórios para a elaboração de novos modelos de redes e para a construção do entendimento sobre a percepção dos agentes da CPIC, pois o número de respostas foi extremamente baixo em relação à amostra que se pretendia alcançar. Isto, contudo, não invalida o estudo do ponto de vista qualitativo e como uma primeira aproximação para uma pesquisa estatisticamente mais ampla.

4.3.1. Elaboração do questionário

Para a elaboração dos questionários foram estabelecidas algumas premissas para conseguir coletar este tipo de informação. Estas premissas foram:

- Ser abrangente para que todos os tipos de profissionais ligados a áreas AEC pudessem opinar;
- Ser suficientemente claro para que os participantes pudessem responder sem ter margem para dúvidas;
- Ter a possibilidade de ser realizado com uma quantidade grande de participantes, de diferentes áreas de atuação;
- Ser estruturado de forma que as respostas pudessem ser comparáveis;
- Permitir coletar opiniões relevantes sobre o assunto;

Com base nas premissas apresentadas anteriormente, entendeu-se que os questionários semiestruturados seriam capazes de atender melhor os objetivos. Com ele será possível ter respostas

comparáveis (principal benefício dos questionários estruturados), mas ainda assim captar opiniões relevantes dos respondentes sobre ao assunto em questão.

A definição do objetivo e das premissas para esta pesquisa conduziu de forma facilitada a definição da principal questão a ser respondida pela aplicação do questionário: *“Se uma construtora/incorporadora implantasse e tornasse padrão o uso de tecnologia BIM em seus empreendimentos, qual a percepção que se tem da atitude/reação dos demais agentes da CPIC com os quais essa empresa se relaciona?”*.

Embora a questão central do questionário tenha sido de fácil definição, foi necessária a formulação de outras questões que pudessem ajudar a qualificar e classificar as respostas, formando um conjunto mais amplo e permitindo a verificação da origem e padrões de cada resposta.

Para formar esse conjunto mais amplo, foram elaboradas questões que podem ser agrupadas da seguinte forma:

- Perfil do respondente: Neste conjunto de questões buscou-se identificar o perfil do respondente, por isso foram elaboradas questões como “Cargo Ocupado”, “Porte da Empresa onde trabalha” e “Ramo de atividade”.
- Relacionamento: Neste segundo conjunto foi elaborada uma questão que ajudaria na classificação de qual o tipo de relação que o respondente possui com as empresas construtoras/incorporadoras, possuindo quatro opções de resposta: “Sou cliente”, “Sou fornecedor”, “Sou funcionário”, e “Sou parceiro”.
- Questões Centrais: Como visto acima, a questão central envolve a percepção de qual seria a reação dos demais agentes da CPIC se uma empresa Construtora/incorporadora adotasse e tornasse padrão o uso de tecnologia BIM em seus empreendimentos. Esta questão central foi dividida em duas para ser direcionada a dois públicos diferentes: aos funcionários de uma construtora e aos demais agentes.
- Qualificação: Para os respondentes que fossem funcionários de construtora/incorporadora foram elaboradas questões para qualificar a sua resposta em relação à posição que ele ocupa dentro da empresa. Desta forma foram elaboradas as seguintes questões: “Se trabalhar em Construtora-Incorporadora, está no setor responsável por” e “Que tipo de empresas lida com mais frequência (liste as três mais frequentes)” .
- Questão Aberta: Foi elaborada uma única questão de resposta totalmente aberta, para que os respondentes pudessem dar sua opinião sobre a questão central do questionário.

Com exceção da questão sobre qual o cargo ocupado, as questões de qualificação e a questão aberta, todas as outras questões foram de múltipla escolha, com respostas previamente definidas. Contudo nesse tipo de questão foi inserida uma escolha aberta, que dava espaço para o respondente descrever outra resposta que não fosse padrão.

4.3.2. Aplicação do questionário

A definição do público para a aplicação do questionário foi difícil, pois deveria ser evitado um público muito restrito a uma região ou setor da CPIC, e por este motivo optou-se por fazer um questionário publicado na internet (“*on line*”), aberto a qualquer participante do Brasil. Para se realizar este questionário “*on line*” foi necessária a escolha de uma plataforma que oferecesse o serviço de hospedagem do questionário, para esta escolha foram pesquisadas duas plataformas: A e B. Devido a sua facilidade de integração e divulgação do questionário em redes sociais e as ferramentas para a coleta das respostas a plataforma A foi escolhida.

Para a divulgação do questionário, foram escolhidas duas redes sociais que agrupam uma grande quantidade de usuários, de uso comum atualmente. Estas redes sociais foram escolhidas pois apresentavam os seguintes requisitos:

- A profissão e área de atuação dos usuários é uma informação de fácil obtenção.
- Possuem grupos temáticos relacionados à profissão e a área de atuação dos usuários que são de fácil contato e facilitam a divulgação do questionário direcionado a um público adequado.
- São meios que apresentam relativa rapidez de trocas de informação em relação a outras formas de comunicação (como telefonemas, e-mails, cartas, etc.).
- As redes possuem um perfil que facilita a troca de informações entre profissionais entre os usuários.
- A quantidade de usuários que potencialmente podem entrar em contato com o questionário é de fácil conhecimento.

Sendo assim, o questionário foi elaborado na plataforma escolhida, e ficou disponível em um endereço eletrônico²⁰. Após sua disponibilização da plataforma, seguiu-se a divulgação dele nas redes sociais.

A escolha de quais grupos e usuários receberiam a o convite para responder ao questionário foi

²⁰ O endereço eletrônico onde o questionário foi divulgado foi:
https://docs.google.com/forms/d/1hcBk3n_cgiTv5qYIwhKQz5YIQfJTGkR_8jq9Ht6p-Ck/viewform

com base em critérios de seleção que envolviam as seguintes palavras-chave e suas variáveis:

- Arquitetura (arquitetos, arquitetas),
- Engenharia (engenheiro, engenheiro civil),
- Construção (construtora, incorporadora),
- Projeto (projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto de instalações prediais)
- Coordenação de projetos (compatibilização)
- BIM

Após a filtragem pelos termos indicados, o questionário foi divulgado para as comunidades e usuários, recebendo um pequeno texto de apresentação e introdução ao tema, tendo um potencial de atingir até 10.429 pessoas. Da data de divulgação até a coleta dos dados para a elaboração das análises transcorreram 15 dias.

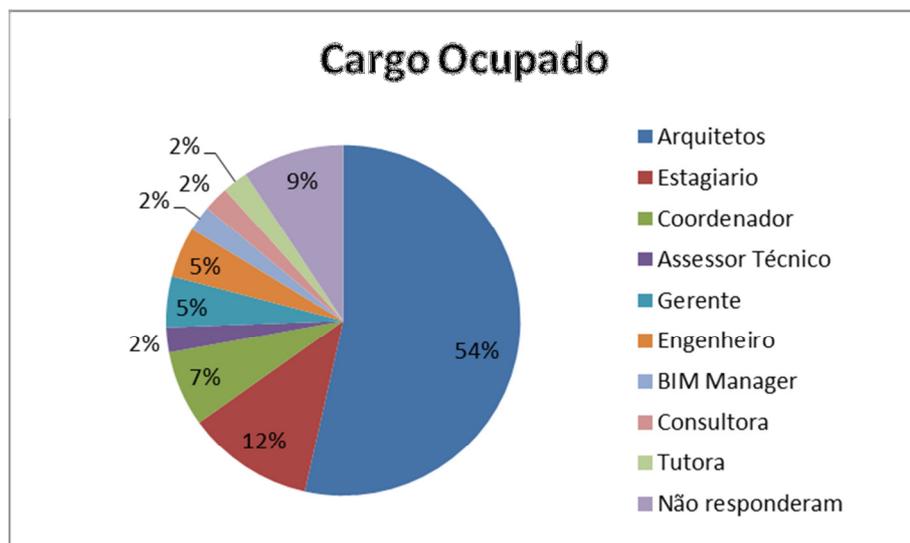
4.3.3. Análise dos resultados

Embora a divulgação do questionário tivesse potencial para atingir mais de 10.000 pessoas, a taxa de retorno foi extremamente pequena, apresentando 43 respondentes. Acredita-se que o curto espaço de tempo entre a data de divulgação e a data de coleta possa ter influenciado neste resultado. Após a coleta dos dados, as respostas foram sistematizadas e analisadas, gerando os seguintes resultados:

- **Perfil do respondente**

A maioria dos respondentes declarou ocupar o cargo de arquiteto (54%), seguido pelo cargo de estagiário (12%) e coordenador (7%), os cargos de gerente e engenheiro são responsáveis por 5%

Figura 19 - Perfil dos respondentes: Cargo Ocupado

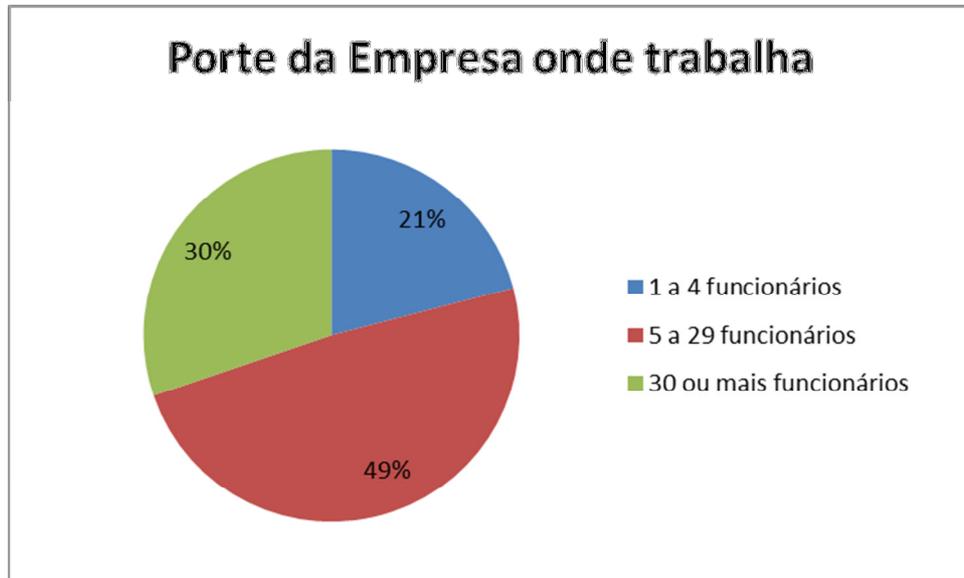


Fonte: Elaborado pela autora

das respostas cada um, como pode ser visto na Figura 19.

Quanto ao porte da empresa onde trabalha, a maior parte dos respondentes declarou trabalhar em empresas de médio porte (49%), seguidos de empresas de grande porte (30%) e de pequeno porte (21%), como se observa na Figura 20.

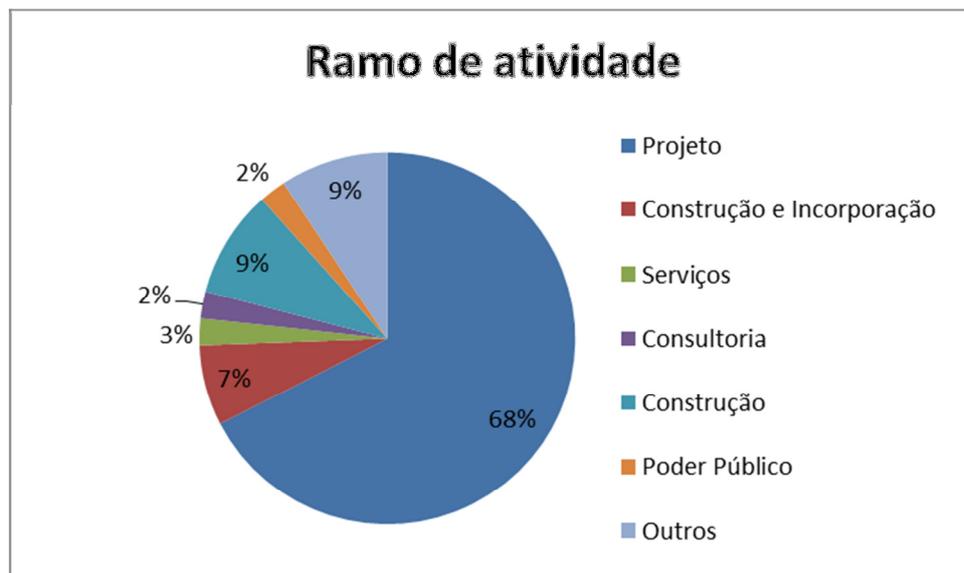
Figura 20 - Perfil dos respondentes: Porte da empresa



Fonte: Elaborado pela autora

Além disso, o ramo no qual os respondentes exercem suas atividades foram em maior parte em projetos (68%), seguido de Construção (9%), e de Construção e incorporação (7%), como se observa na Figura 21.

Figura 21 - Perfil dos Respondentes: Ramos de atividade



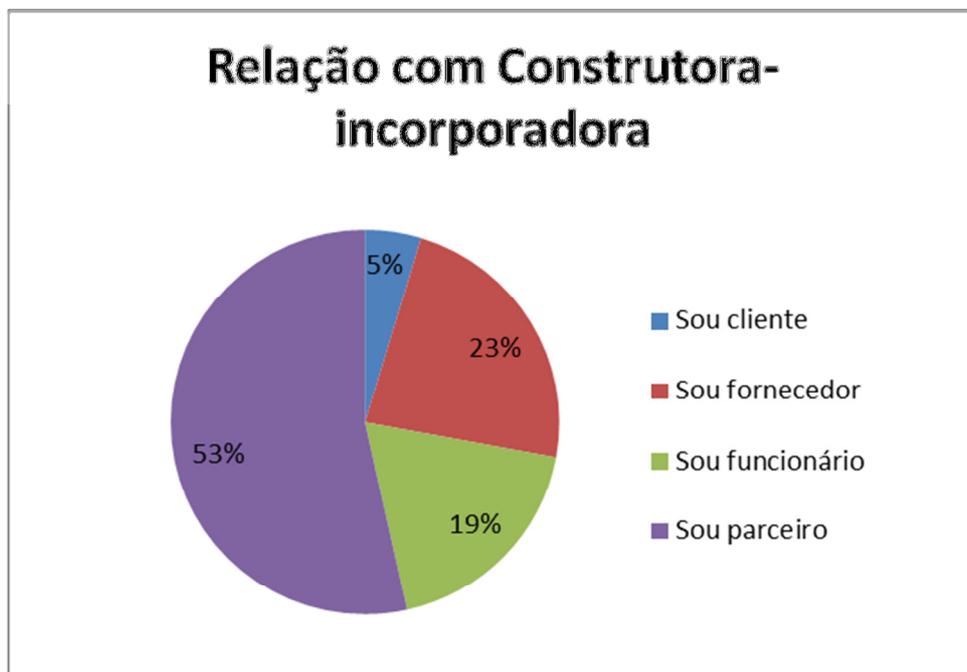
Fonte: Elaborado pela autora

Embora se tenha predominância de arquitetos e de pessoas que trabalham no setor de projetos, obteve-se uma participação de diversos setores e profissionais, assim como foi distribuído o porte da empresa.

- **Relacionamento com as construtoras/incorporadoras**

Na definição de qual a relação do respondente com as empresas construtoras/incorporadoras, a maior parte declarou ser parceira (53%), seguido de fornecedor (23%) e depois por funcionários (19%), conforme se observa na Figura 22.

Figura 22 - Relacionamento com as construtoras/incorporadoras



Fonte: Elaborado pela autora

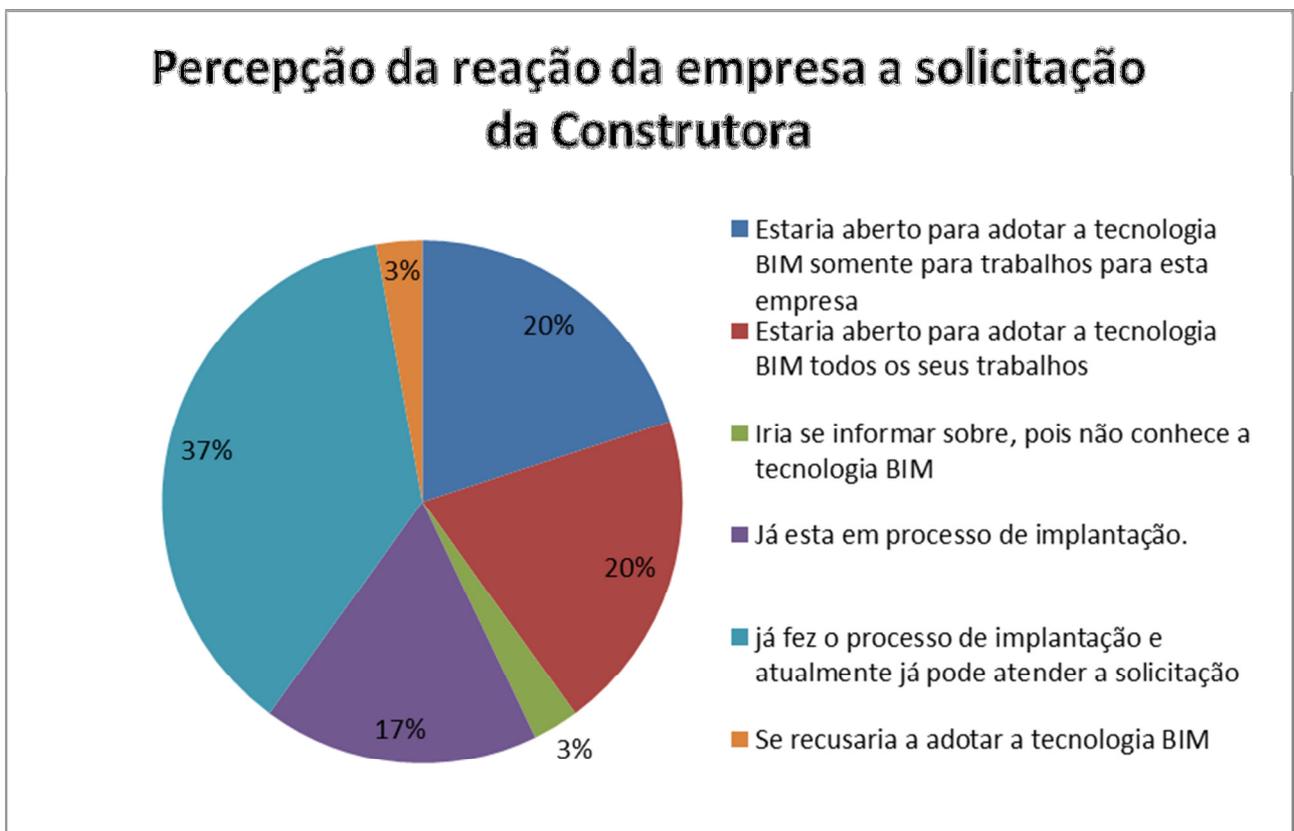
Pode-se observar o predomínio de respondentes que não são funcionários de empresas construtoras/incorporadoras, chegando a um valor de 81% dos respondentes.

- **Questões Centrais**

A questão central foi direcionada a dois públicos diferentes: aos funcionários de empresas construtoras/incorporadoras e aos demais respondentes, por este motivo foram elaborados duas figuras que mostram as repostas para cada situação, como vistos nas Figuras 23 e 24.

Na Figura 23, são vistas as respostas da pergunta direcionada aos demais agentes da CPIC, e vê-se que a maior parte declara já ter feito ou estar em processo de implantação da tecnologia BIM (37% e 17%, respectivamente), seguido por aqueles que estariam abertos a adotar a tecnologia BIM somente para trabalhos para a empresa construtora/incorporadora em questão (20%) e por aqueles que adotariam por todos os seus trabalhos, além da empresa em questão (20%). O percentual daqueles que declaram não conhecer a tecnologia BIM e daqueles que se recusariam a adotar a tecnologia são os mesmos, 3% cada. O que aponta para uma abertura grande para a implantação da tecnologia BIM entre os respondentes, pois somente 6% dos respondentes não opinaram ou se recusariam.

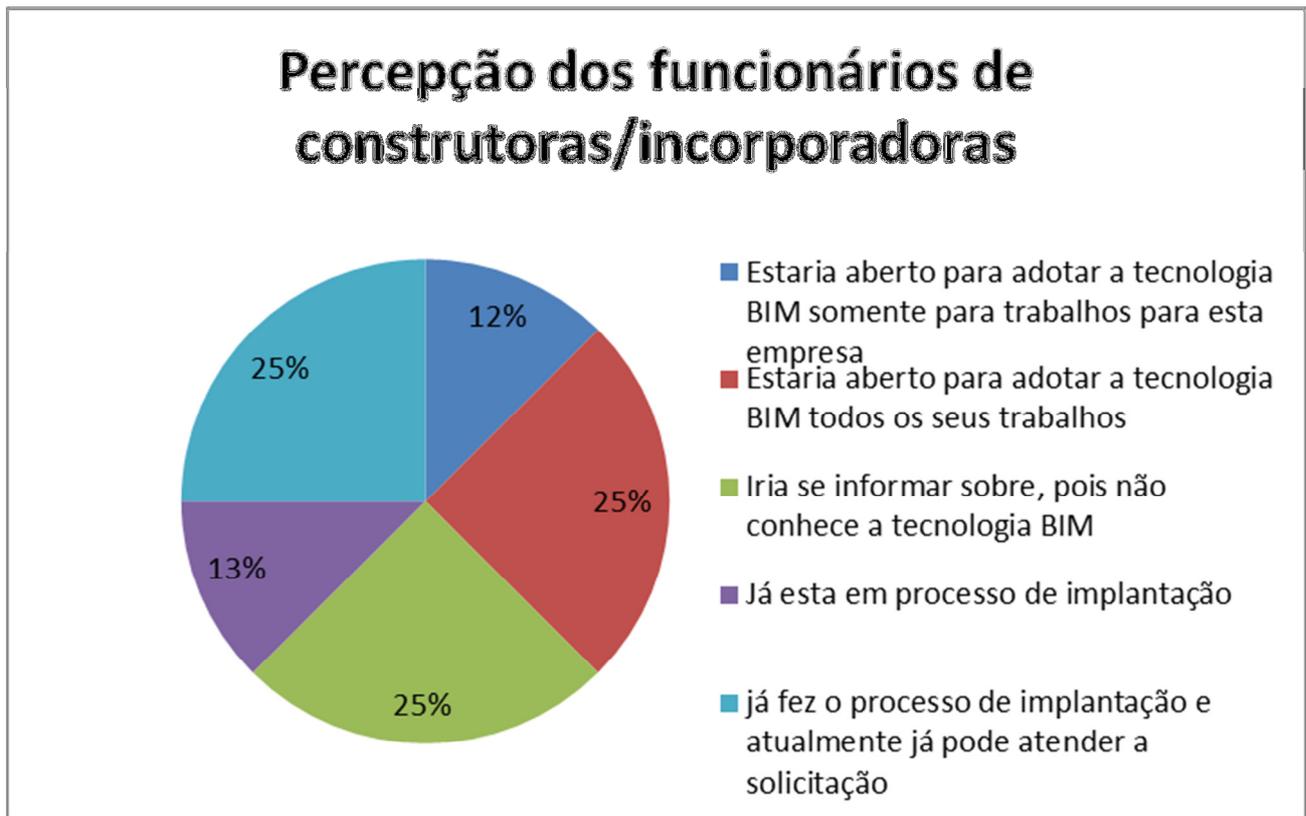
Figura 23 - Questão Central: Agentes da CPIC



Fonte: Elaborado pela autora

Em relação às repostas dos que se declararam funcionários de empresas construtoras/incorporadoras sobre como eles percebem que seria a reação dos demais agentes da CPIC com os quais eles se relacionam, podem ser vistas na Figura 24.

Figura 24 - Questão Central: Percepção dos funcionários de construtoras



Fonte: Elaborado pela autora

Observa-se que os funcionários de construtoras/incorporadoras percebem uma grande abertura para a implantação da tecnologia BIM entre os outros agentes da CPIC com os quais se relacionam, sendo que declaram que 25% já adotaram a tecnologia e 13% já estariam em processo de implantação, 12% estariam abertos para a adoção em caso de solicitação da empresa construtora/incorporadora, 25% estariam abertos para a adoção em todos os seus trabalhos. A parcela restante (25%) acredita que os agentes com os quais se relacionam ainda precisam se informar sobre a tecnologia.

Cabe ressaltar que em nenhuma das questões foi escolhida a opção “romperia a relação” que estava disponível para escolha. Contudo entre os funcionários de construtoras não foi escolhida a opção “se recusariam a implantar a tecnologia BIM”, mostrando que os funcionários de construtoras/incorporadoras têm maior confiança que suas solicitações seriam atendidas pelos demais agentes da CPIC.

- **Qualificação**

As perguntas referentes qualificação não foram respondidas em sua maioria pelos funcionários de empresas, inviabilizando o reconhecimento de qual setor interno a empresa estaria informando a

sua percepção, e nem quais são os tipos de agentes internos a empresa construtora/incorporadora que dariam base para esta percepção.

- **Questão Aberta**

Apenas 15% dos respondentes fizeram algum tipo de comentário sobre a questão central, e a maior parte delas mencionavam questões sobre a dificuldade de implantação da tecnologia em suas empresas, devido a problemas com o treinamento da mão de obra ou em conciliar o tempo para as atividades diárias de produção e o tempo necessário para a adaptação a nova tecnologia. Alguns mencionaram também que já possuem treinamento e poderiam atender a solicitação, contudo não possuem clientes que exijam a sua utilização.

Analisando os resultados de todos os itens anteriores, observa-se que a maior parte dos respondentes estão abertos à implantação da tecnologia BIM, ou já deu início ao processo de implantação da tecnologia BIM, e que os funcionários de construtoras/incorporadoras tem maior confiança que, no caso de ser demandado por elas a implantação da tecnologia BIM a seus parceiros ou fornecedores, estes estariam abertos a implantação.

Contudo cabe a ressalva que comparativamente aos dados obtidos durante a revisão bibliográfica, o percentual de respondentes que já trabalham em plataformas BIM está significativamente alto em relação ao padrão atual do mercado no Brasil. Acredita-se que isso aconteça, em grande parte, pelo motivo de aqueles que já trabalham com plataformas BIM terem tido maior interesse em responder o questionário do que aqueles que não conhecem a tecnologia.

Foi visto como importante manter o questionário disponível e aumentar a divulgação dele entre os usuários de redes sociais, de forma mais direcionada a interação diretamente com o profissional do que em interações com grupos de profissionais, realizando uma melhor explicação sobre os objetivos da pesquisa.

5 CONCLUSÃO

A análise de centralidade em redes sociais baseado no modelo da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção proposto por Blumenshein (2004) confirmou o potencial influenciador das construtoras/incorporadoras dentro da CPIC como levantado pela revisão bibliográfica feita nos Capítulos 2 e 3. O número de ligações por ela estabelecidos são maiores do que a de outros agentes, o que lhe confere uma posição privilegiada dentro da CPIC.

Contudo, a centralidade medida somente pelo número de ligações estabelecidas não evidencia outras informações importantes como a proximidade, os fluxos de informação, a força do relacionamento entre os agentes. Estes tipos de informações são fundamentais para mapear quais agentes teriam uma influência maior sob uma ação coordenada pelas construtoras/incorporadoras de grande porte para a implantação da tecnologia BIM em sua rede de colaboradores. A aplicação de outras medidas de análise de rede exigiriam a disponibilidade, ou levantamento, dessas informações.

Os dados conseguidos através da aplicação de questionários foram insuficientes para se ter um nível de confiança elevado (do ponto de vista estatístico) para as estatísticas descritivas da percepção dos agentes da CPIC sobre o papel das construtoras/incorporadoras e para a elaboração de novos modelos de redes que poderiam confirmar o modelo desenvolvido neste trabalho e/ou evidenciar quais agentes estão mais suscetíveis a ação de grandes empresas da CPIC.

Desta forma este trabalho deixa um caminho aberto para que mais pesquisas sejam feitas buscando responder a questão central deste trabalho: qual o papel que as construtoras terão para a implantação da tecnologia BIM na CPIC no Brasil.

Sugestões para futuras pesquisas

Durante a realização desta pesquisa foram observados diversos pontos que são passíveis de maior investigação para se aumentar o entendimento sobre o cenário atual e as possibilidades que existem para a implantação da tecnologia BIM em toda a CPIC no Brasil. Entre eles ressaltam-se:

- A importância e o valor que iniciativas governamentais de outros países tiveram para promover, padronizar e programar as etapas de adoção da tecnologia BIM em suas indústrias, e como isso está relacionado às taxas de adoção de cada país.

- No Brasil, além da relevância que tais atitudes teriam para a nossa indústria, o governo ainda tem o poder de ser responsável pela maior parcela da produção da construção civil no Brasil, em obras de infraestrutura (cerca de 44,0%), o que faz com que o setor público também seja um agente com força para impactar a cadeia produtiva que a atende.
- Também é visto como fundamental estudar as formas de como o governo poderia produzir uma ação coordenada entre as diversas esferas para estruturar a estratégia de adoção da tecnologia BIM em toda a indústria da construção no Brasil.
- Outro aspecto extremamente relevante ao se falar de edificações de uso governamental é a proposta de uma sistematização do padrão de informação da construção que deve estar disponível para que cada órgão possa gerenciar da melhor maneira as suas instalações, visto o impacto dos custos de manutenção destas edificações, ou seja, ter ênfase na dimensão 6D da tecnologia BIM, ampliando os horizontes para além das melhorias que se obtêm em fases de projeto e construção somente.
- A construção de grafos das redes sociais, a partir de dados reais levantados junto a CPIC, elaborados com base em outras medidas de centralidade (como a proximidade, os direção dos fluxos de informação, a força do relacionamento entre os agentes, etc) aumentarão o entendimento sobre o papel potencial que cada agente pode ter dentro de um esforço coordenado para a implantação da tecnologia BIM em toda a CPIC, e poderão servir como dados relevante para a elaboração de diretrizes para este fim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI. **Estudo Prospectivo Setorial Construção Civil – Relatório Prospectivo**. Brasília, jun, 2009. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Estudo%20prospectivo%20de%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20Civil.pdf>>. Acesso em: mar. 2014.
- ABNT. **ABNT NBR 15.575. Edificações habitacionais — Desempenho**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/m5.asp?cod_noticia=336&cod_pagina=965>. Acesso em: fev, 2014.
- ACIF e APCC. **A Framework for the Adoption of Project Team Integration and Building Information Modelling**. In: Strategic Forum for the Australasian Building and Construction Industry. Austrália, 2014. Disponível em: <http://www.apcc.gov.au/ALLAPCC/Framework_WEB.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2015.
- AMORIM, S. L.. BIM- Building Information Modeling no Brasil. In: EXPERIENCES EXCHANGE IN BIM – BUILDING INFORMATION MODELING. **Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, Fase II**. São Paulo: FIESP_DECONCIC. 2014. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=161186>>. Acesso em: 16 jun. 2015.
- AIA. **Integrated Project Delivery: A Guide**, version 1. EUA, 2007. Disponível em: <http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf>. Acesso em: 06, mai. 2015.
- AZHAR, S., et al.. Building Information Modelling for Sustainable design and LEED Rating Analysis. **Automation in Construction**, Vol. 20(2), 217-224. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580510001482>>. Acesso em: 15, mai. 2015.
- BARONI, L. L.. As vantagens da plataforma BIM incluem todo o ciclo de vida do edifício, desde os estudos de viabilidade até a demolição. **Revista AU**, São Paulo, n°208, jul. 2011. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/quanto-custa-implementar-o-bim-224375-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- BARROS, M.M.S.B.; MELHADO, S.B. **Racionalização do projeto de edifícios construídos pelo processo tradicional**. São Paulo, 1993. Seminário (pós graduação) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
- BCA. **BCA’s Building Information Modelling Roadmap**. Anexo B. Disponível em: <http://www.bca.gov.sg/newsroom/others/pr02112011_BIB.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2015
- BERTEZINI, A. L., MELHADO, S. B., **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. São Paulo: EPUSP, 2007. 13 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil ; BT/PCC/448.
- BICALHO, F.C. **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras de Pequeno**

- Porte.** 2009. Tese (mestrado em engenharia) – UFMG. Minas Gerais, 2009.
- BLUMENSHEIN, R. N. A Sustentabilidade da cadeia produtiva da indústria da construção.** 2004. 249 f. Tese (Doutorado em arquitetura e Urbanismo) – UnB. Brasília, 2004.
- BNDES, Perspectivas do Investimento 2010/2013,** 2011. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Perspectivas_do_Investimento/201103_1.html Acesso em dez/2014
- BONI, V. QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais.** Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC. Vol. 2. nº 1 (3), jan-jul, 2005, p. 68-80
- BUILDINGSMART. BuildingSMART: A Construction Productivity Magazine,** Issue 09, dez, 2011. Disponível em: http://www.bca.gov.sg/Publications/BuildSmart/others/buildsmart_11issue9.pdf. Acesso em: 20 mai, 2015.
- BRAGA, R. Influência dos Sistemas de Gestão da Qualidade no processo de projeto de empresas construtoras.** Influência dos Sistemas de Gestão da Qualidade no processo de projeto de empresas construtoras, v. 1, p. 10.4237, 2011.
- BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.** Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php. Acesso em: fev, 2014.
- _____, **CODIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR.** 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm. Acesso em: fev/ 2014
- CACHADINHA, N. Implementing Quality Management Systems in Small and Medium Construction Companies: A Contribution to a Road Map for Success.** In: Leadership and Management in Engineering, vol. 9, nº 1, págs. 32-39. 2009
- _____. **Implementação Bim e Integração nos Processos Intra-organizacionais em Empresas de Construção. Estudo De Caso.** In: Congresso Construção 2012. Coimbra, 2012.
- CARDOSO, F. F. Quality Management System Certification in small AEC Organizations: a Strategic choice or an obligation to Meet Customers Requirements?** In: CIB W99, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: PCC USP, 2003.
- CBIC. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Câmara Brasileira da Indústria da Construção. — Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- CIC, BIM Project Execution Planning Guide.** In: Computer Integrated Construction Research Program . Pennsylvania, 2010. Disponível em: <http://bim.psu.edu/> . Acesso em: Acesso em: fev, 2014.

- COVELO, M. A. **Cadeia produtiva - o dilema da verdadeira qualificação de fornecedores**. 2001. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/artigo--cadeia-produtiva---o-dilema-da-verdadeira-qualificacao-81991-1.aspx>>. Acesso em: nov, 2014.
- DDC. **BIM Guidelines**. New York City Department Of Design + Construction. 2012. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf>. Acesso em: mai, 2015.
- EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, 2ª Edição. 648 p. 2011.
- FGV PROJETOS; 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, 2013. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/downloads/Perfil%20Cadeia%20Produtiva%202013%20vfinal.pdf>. Acesso em: 01 nov 2014.
- FIALHO, M. R. F. **Análise De Redes Sociais: Princípios, Linguagem e Estratégias de Ação na Gestão do Conhecimento**. In: *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*. 2014. Disponível em: < <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/pgc/article/view/20881/11745> > . Acesso em: 13 jul, 2015.
- FIGUEROLA . V. Cofundador da Gehry Technologies e membro do Zaha Hadid Architects, Cristiano Ceccato afirma que o BIM será obrigatório. **Revista AU**, São Paulo, n°208, jul. 2011. Disponível em: < <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/bim-na-pratica-224332-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- FLORIANI, R. **Análise Comparativa da Evidenciação de Aspectos De Inovações em Empresas Construtoras e Multisetoriais**. In: *JISTEM Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação Journal of Information Systems and Technology Management* Vol. 7, No. 3, 2010, p. 693-712 ISSN online: 1807-1775 DOI: 10.4301/S1807-17752010000300009
- FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. Dissertação (Mestrado) 369p. -- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. – São Paulo-SP, 2002.
- FREEMAN, C. The economics of technical change. **Cambridge Journal of Economics**. England, v. 18, p463-514, 1994.
- GSA. **BIM Guide Overview**. 2007. Disponível em: < http://www.gsa.gov/portal/mediaId/226771/fileName/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.action> Acesso em: 18 mai, 2015.
- HARTMANN, T. et al. Aligning building information model tools and construction management methods. **Automation in Construction** 22 (2012) 605–613
- HKCIC, **Roadmap for Building Information Modeling Strategic Implementation in Hong**

- Kong's Construction Industry**, Version 1, 2014. Disponível em: <<http://www.hkcic.org/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=13064&langType=1033>>. Acesso em : 20 mai, 2015.
- IBGE. **Sistema de Contas Nacionais Brasil**. Contas Nacionais Trimestrais: Nova Série 2006. Elaboração: Banco de Dados – CBIC.
- IBGE. **Pesquisa anual Indústria da Construção**, Rio de Janeiro, v. 21, p.1-98 , 2011.
- IDEC. **Consumidor é indenizado por atraso em obras**. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/em-acao/noticia-do-consumidor/consumidor-e-indenizado-por-atraso-em-obras> >. Acesso em: abr, 2015.
- JANSSEN, M. G. et al. **Report On The State Of Art Of Design Process And Tools**. 2013. Disponível em : <<http://www.elastic.eu/userdata/file/Public%20deliverables/ELASSTIC-D1.1-FINAL-State%20of%20art%20BIM%20and%20Design%20process%20-%20NXNW-ARCADIS-2013.10.30.pdf> >. Acesso em 07 abr 2015.
- KOO, B. e FISCHER, M. **Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction**. CIFE Technical Report #I18. Stanford University. 1998. Disponível em : <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR118.pdf> >. Acesso em 12 mai 2015.
- LEMOS, C. **Inovação na era do conhecimento**. Parcerias estratégicas, Brasília, n.8, p. 157-179, maio, 2000.
- LOURENÇON, A. C. Quanto custa implementar o BIM nos escritórios de arquitetura. **Revista AU**, São Paulo, n°208, jul. 2011. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/quanto-custa-implementar-o-bim-224375-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2015
- MARK, E. et al. **A Perspective on Computer Aided Design after Four Decades**. In: Section 04: CAAD Curriculum 1 - eCAADe 26. p 169 – 176. 2008. Disponível em : <http://code.arc.cmu.edu/archive/upload/ecaade2008_069.content.0.pdf>. Acesso em : ago, 2013.
- MARTINS, M. G., & BARROS, M. M. S. B. de B. **A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios**. *Boletim Técnico 391*, Escola Politécnica da USP, São Paulo. 2005.
- MCGRAW HILL. **Green BIM**. SmartMarket Report. 2010. Disponível em <https://www.wbdg.org/pdfs/mhc_smartmarket_rep2010.pdf> Acesso em: mai, 2015.
- _____. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets**. SmartMarket Report. 2014. Disponível em http://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf > Acesso em: mai, 2015.
- MESEGUER, A. G . **Controle e garantia da qualidade na construção**. Trad. de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho e Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.

- MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. 294 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil
- MIRANDA, R. **Construção Civil – Cenários e perspectivas**. Indicador, Consultores Associados. Belo Horizonte, jan. 2011.
- MOTAWA, I., CARTER, K. **Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings**. In: 26th IPMA World Congress, Crete, Greece, 2012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813004448> >. Acesso em: 15 mai, 2015.
- MOREIRA, D. A., & QUEIROZ, A. C. **Inovação: conceitos fundamentais**. In D. A. Moreira & A. C. Queiroz (Orgs.), Inovação organizacional e tecnológica (pp. 1-20). São Paulo: Thomson. 2007.
- MT HØJGAARD, **Value drivers in the Danish national ICT regulations**. Version 1. 2014. Disponível em: <http://mth.dk/~media/Files/dk/BIM/whitepaper/Value%20drivers%20in%20the%20Danish%20ICT%20regulations_december%202014.pdf>. Acesso em: 20 mai, 2015.
- NAKAMURA, J. Construtoras apostam no BIM 4D para melhorar assertividade do planejamento de obras. **Revista Técnica**, São Paulo, n°213, dez. 2014. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/213/construtoras-apostam-no-bim-4d-para-melhorar-assertividade-do-planejamento-335226-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2015
- NOOY, W. de. et al., **Exploratory Social Network Analysis with Pajek**, Revised and expanded second edition, CUP, 2011. Disponível em: < <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/book/esna2.htm>>. Acesso em nov, 2014.
- NBS. **National BIM Report 2013**. Disponível em: < <http://www.thenbs.com/pdfs/NBS-NationlBIMReport2013-single.pdf> >. Acesso em: mai, 2015.
- NBIMS-US. **National BIM Standard-United States**. Version 3. 2015. Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/>>. Acesso em: jul, 2015.
- OECD. Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Terceira edição. 2005. Disponível em: < <http://www.uesc.br/nucleos/nit/manualoslo.pdf>> Acesso em : mai, 2015.
- PARREIRA, J. CACHADINHA, N. **Implementação bim e integração nos processos intra organizacionais em empresas de construção. Estudo de caso**. 4º Congresso nacional construção. Coimbra. Portugal. 2012.
- PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo. 1993. 2v. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

- PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. 2006. ISBN: 972-8577-32-X
- PORTER, M. **Estratégia Competitiva: técnicas de análise da indústria e da concorrência**. Trad.: Elizabeth Maria de Pinho Braga. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1986.
- REZENDE, M. A. P., & ABIKO, A. K. (2004). Fatores da Inovação tecnológica nas edificações. Anais da Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, São Paulo, SP, Brasil, 1.
- RICS. **Building Information Modelling Survey Report**. 2013. Disponível em: <http://www.rics.org/Global/RICS_2011_BIM_Survey_Report.pdf>. Acesso em : jun, 2015
- ROCHA, A. P. Por dentro do BIM. **Revista Técnica**, São Paulo, n°168, mar. 2011. Disponível em: <<http://technepini.com.br/engenharia-civil/168/por-dentro-do-bim-em-fase-de-teste-em-287822-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- RUSCHEL, R.C. , ANDRADE M. L., MORAIS, M.. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013. ISSN 1678-8621 © 2005, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- SACKS, R. , et al, '**Field Tests of the Kanbim™ Lean Production Management System**' In:, Rooke, J. & Dave, B., 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Peru, 13-15 Jul 2011.
- SCHUMPETER, J.A. **Business cycles**. Vol.I. New York: McGraw-Hill Book Company Inc., 1939.
- SHIOKAWA, T. **Building Construction and BIM in Japan**. In: IDDS & BIM Oneday Seminar. 2013. Disponível em: <http://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/bim_idds/pdf/4_en_1.pdf>. Acesso em : mai, 2015.
- SILVA J.E. **Um modelo de programa de desenvolvimento de fornecedores em redes de empresas**. Dissertação (Mestrado) – UFSC, Florianópolis, 2004
- SOUSA, O. K., MEIRIÑO, M. J. **Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionados à construção civil**. IX Congresso nacional de excelência em gestão. 2013
- SOUZA, AMORIM , LYRIO. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. Gestão & Tecnologia de Projetos [ISSN 19811543] .Vol. 4,n°2,Novembro 2009
- SOUZA, R. et al. **Sistemas e Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. São Paulo: Pini, 1995.
-
- _____ Sistema de Gestão para Empresas de Incorporação Imobiliária. 2004. São Paulo.

- SOUZA, R.; ABIKO, A. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** (Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/190). São Paulo, 1997
- SOUZA, A. F., COELHO, R. C. **Tecnologia CAD/CAM - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril.** In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, 2003. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0504_0920.pdf>. Acesso em: mai, 2015.
- SUCAR, B. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375. 2009, Disponível em: <<http://bit.ly/BIMPaperA2>>. Acesso em mai, 2015.
- TOLEDO, R., ABREU, A. F., & JUNGLES, A. E. (2000). A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. *Anais do ENTAC*, Salvador, BA, Brasil, 8, v. 1, pp.317-324.
- TURNER, A., EDWARDS, J. Overview of a 5D BIM project. RICS, 2014. Disponível em: < http://www.rics.org/Documents/Overview_of_5D_BIM_project_1st_edition_PGguidance_2014.pdf>. Acesso em mai, 2015.
- VAROUDIS, T., PANAGIOTIS P. A Model for a Distributed Building Information System. In *Fusion, Proceedings of the 32nd International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 505-513. Vol. 2. eCAADe: Conferences 2. Newcastle upon Tyne, UK: Northumbria University, 2014
- VILLARINHO M.A. **Um Sistema de qualificação de fornecedores através da aplicação da metodologia do gerenciamento dos processos.** Dissertação (Mestrado) – UFSC, Florianópolis, 1999.
- VIOTTI, E.B. **Passive and active national learning systems.** 1997. 311f. Tese (Doutorado em Filosofia). The Graduate Faculty of Political and Social Science of the New School for Social Research, EUA.
- ZEGARRA, S.V.; VIVANCOS, A.G.; CARDOSO, F. **Papel da força engenharia & projetos na competitividade das empresas construtoras e integração entre cadeias de valores.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. Anais...Recife: Escola Politécnica de Pernambuco/ANTAC, 1999. CD-ROM

ANEXO – Questionário

Versão disponibilizada na internet. Endereço eletrônico do questionário:

<https://docs.google.com/forms/d/1hcBk3n_cgiTv5qYIwhKQz5YIQfJTgkR_8jq9Ht6p-Ck/viewform>



Percepção do Poder da Construtora sobre a Cadeia da Construção Civil Brasileira

Cargo Ocupado

Porte da Empresa onde trabalha

- 1 a 4 funcionários
- 5 a 29 funcionários
- 30 ou mais funcionários

Ramo de atividade

- Projeto
- Consultoria
- Incorporação
- Construção
- Construção e Incorporação
- Serviços
- Materiais
- Other:

Relação com Construtora-incorporadora

- Sou fornecedor
- Sou cliente
- Sou parceiro
- Sou funcionário

Imagem 1: Questionários on line – parte 1. Fonte: Elaborada pela autora

(Responder se não trabalhar em Construtora-Incorporadora) Se a empresa construtora-incorporadora com a qual sua empresa tem relacionamento tornasse a tecnologia BIM obrigatória em seus projetos (uso de softwares BIM como Revit, ArchiCAD, Navisworks, Allplan, ArchiCAD ou outros), qual a sua percepção de qual seria a reação da sua empresa?

- Romperia a relação
- Se recusaria a adotar a tecnologia BIM
- Iria se informar sobre, pois não conhece a tecnologia BIM
- Estaria aberto para adotar a tecnologia BIM somente para trabalhos para esta empresa
- Estaria aberto para adotar a tecnologia BIM todos os seus trabalhos
- Já esta em processo de implantação.
- já fez o processo de implantação e atualmente já pode atender a solicitação
- Other:

(Responder se trabalhar em Construtora-Incorporadora) Se a construtora-incorporadora tornasse a tecnologia BIM obrigatória em seus projetos (uso de softwares BIM como Revit, ArchiCAD, Navisworks, Allplan, ArchiCAD ou outros), qual a sua percepção de qual seria a reação das empresas parceiras?

- Romperia a relação
- Se recusaria a adotar a tecnologia BIM
- Iria se informar sobre, pois não conhece a tecnologia BIM
- Estaria aberto para adotar a tecnologia BIM somente para trabalhos para esta empresa
- Estaria aberto para adotar a tecnologia BIM todos os seus trabalhos
- Já esta em processo de implantação
- já fez o processo de implantação e atualmente já pode atender a solicitação
- Other:

Caso deseje fazer outros comentários sobre a questão 5 e 6, desenvolva a seguir:

Comentários:

Se trabalhar em Construtora-Incorporadora, está no setor responsável por:

Que tipo de empresas lida com mais frequência (liste as três mais frequentes):

Se trabalhar em Construtora-Incorporadora

submit

100%: You made it.

Never submit passwords through Google Forms.

Imagem 2: Questionários on line – parte 2. Fonte: Elaborada pela autora