



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM LOGÍSTICA E PESQUISA OPERACIONAL**

MARCELA COSTA ARAÚJO

**ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA**

**FORTALEZA
2015**

MARCELA COSTA ARAÚJO

**ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional. Área de concentração: Logística

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin
Coorientadora: Vanessa Ribeiro Campos

FORTALEZA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós Graduação em Engenharia

-
- A69a Araújo, Marcela Costa.
 Análise da integração da cadeia da construção civil na região metropolitana de Fortaleza /
 Marcela Costa Araújo. – 2015.
 122 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de
 Pós – Graduação em Logística e Pesquisa Operacional, Fortaleza, 2015.
 Área de Concentração: Logística.
 Orientação: Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin.
 Coorientação: Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos.
1. Logística. 2. Cadeia de suprimentos. 3. Edificações. 4. Coordenação modular. I. Título.

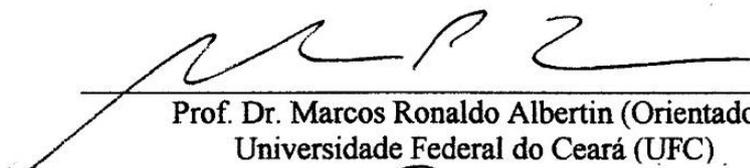
MARCELA COSTA ARAÚJO

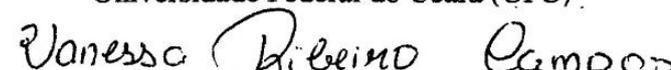
ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional. Área de concentração: Logística

Aprovada em: 28/09/2015

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues (Examinador interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Examinador externo)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Carvalho Arruda Coelho (Examinador externo)
Universidade Vale do Acaraú (UVA)

AGRADECIMENTOS

À Deus pela esperança concedida em meio a tanta tribulação. Às minhas irmãs Anne e Aline pelos plantões em Fortaleza e habilidade junto aos médicos do papai. Ao papai e a mamãe pela coragem, força e carinho. Ao Prof. Iális Júnior (cunhado), Prof. Alexandre Bertini, Prof. Marcos Albertin, Profa. Vanessa Campos e Prof. Francisco Carvalho, pelas preciosas contribuições para a construção deste trabalho e apoio recebido.

Ao Marcelo Abner, ao Gleison Ribeiro, Emanuel Santana, Alexandre Kerton, Cleunis Brandão e Haroldo de Sousa pela assistência, material fornecido, discussões e amizade.

Ao prof. Alexandre Bertini, à Viviane Agostinho, Enza Arruda, Diego Ledher, Yan Chiu, Yuri Nobre por me receberem no projeto SISMOD, pela parceria, aprendizagem e companheirismo.

À Viviane Agostinho, Viviane Gomes, Paulo Ernane (cunhado) e Márcia Martins (irmã), a secretaria do GESLOG Tânia, Lili (GERCON) e a Profa. Vanessa Campos, pelas longas conversas, conselhos, tempo dedicado pela amizade incondicional demonstrada. Ao Marcos Charles, Natália Varella pelas experiências compartilhadas e principalmente Priscila Gadelha que desde a graduação é companheira de prazo final de curso. Obrigada, o apoio de vocês foi fundamental.

Ao Coordenador Prof. Bosco Arruda, Prof. Marcos Albertin, ao Prof. Alexandre Bertini, a Tânia (Secretaria do Geslog), ao Chiquinho do CT, as bibliotecárias da BPGE (Hohana e Marlene), ao Narcélio (Pró-reitoria), Pró-reitor de Pós Graduação Prof. Gilson Aquino, á CAPES pela concessão, manutenção da bolsa, orientação recebida ao longo do curso e solução de todas as dificuldades que surgiram. Á FINEP por financiar o projeto SISMOD do qual tive a oportunidade de ser colaboradora. Aos demais professores do mestrado pelo conhecimento e experiências compartilhadas em especial: Prof. Américo, Prof. Bruno Prata, Prof. Lassance, Profa. Marta Bastos, Prof. Maxweel Veras e Prof. Welliandre Carneiro.

Ao meu orientador, Prof. Marcos Albertin, gostaria de agradecer embora não tenha encontrado palavras para expressar minha gratidão, não só pelo tempo que trabalhamos juntos mas também por todos os conselhos dados, por todas as vezes que me fez crer que era possível ir mais longe, obrigada por viabilizar a realização de meus sonhos.

Dedico aos meus amados pais Antônio Bezerra de Araújo (*in memoriam*) e Maria Margarida Araújo da Costa pela ternura e firmeza desprendidas em todos os anos da minha vida.

RESUMO

A construção civil é uma indústria bastante singular. Trata-se de uma cadeia muito complexa e de grande importância dado os impactos que esta possui na economia e no consumo de recursos naturais. No ano de 2010 entrou em vigor a Norma de Coordenação Modular que busca através da padronização reduzir custos e desperdícios nesta indústria. A cadeia produtiva da construção civil necessita melhorar sua integração de forma a torna-se mais competitiva ao mesmo tempo em que necessita adaptar-se as constantes mudanças no cenário externo, tais como regulações do mercado e redução do impacto ambiental. Esta pesquisa analisa e busca compreender os entraves existentes ao desenvolvimento da Cadeia da Construção Civil na Região Metropolitana de Fortaleza, considerando aspectos de padronização e legislação ambiental. Esta pesquisa aborda os fluxos produtivos em fábrica de blocos de concreto, cerâmicos, canteiros de obras e os respectivos impactos na aplicação da coordenação modular e avalia as expectativas quanto ao uso da coordenação modular pelos atores envolvidos, proporcionando diretrizes para a modelagem da cadeia da construção civil. Os resultados alcançados indicam que a coordenação modular ainda não é conhecida e aplicada pelas empresas mesmo com a existência da Norma de Coordenação Modular desde 2010 e que este desconhecimento prejudica o desenvolvimento e o desempenho da cadeia, podendo impactar negativamente no meio-ambiente.

Palavras-chave: Coordenação Modular. Edificações. Cadeia da Construção Civil.

ABSTRACT

The construction is a fairly unique industry. It is a very complex chain of great importance because of its impact on the economy and consumption of natural resources. In 2010 took effect the Modular Coordination standard who wants to reduce costs through standardization and waste in this industry. The supply chain of construction must improve their integration in order to become more competitive while also it needs to adapt to the constant changes in the external environment, such as market regulations and reducing environmental impact. This research analyzes and attempts to understand existing barriers to the development of the Construction chain in the metropolitan area of Fortaleza, covering aspects of standardization and environmental legislation. This research addresses the production flows in factory of concrete blocks, ceramic, construction sites and their impacts on the application of modular coordination and evaluates the expectations regarding the use of modular coordination by the actors involved, providing guidelines for the modeling of the construction chain. The results indicate that the modular coordination is not already known and applied by companies despite the existence of Modular Coordination standard since 2010, and that this unaware harms the development and performance of the chain, which may negatively impact on the environment.

Keywords: Construction chain. Modular coordination. Buildings

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Síntese do fluxo da cadeia	17
Figura 2 - PIB e a ocupação na cadeia de construção 2013	21
Figura 3 – Elos da cadeia da Construção Civil.....	22
Figura 4 - Desempenho da cadeia da construção civil	23
Figura 5 - Posição dos estoques no ambiente de manufatura	24
Figura 6 - Classificação dos Resíduos quanto à origem	31
Figura 7 - Classificação dos Resíduos segundo a ABNT NBR10004.....	32
Figura 8 - Funções dos gestores municipais.....	35
Figura 9 - Etapas na elaboração do PGRCC.....	37
Figura 10 - Fases do Benchmarking	42
Figura 11 - Sequência genérica do Benchmarking.....	43
Figura 12 - Roda do Benchmarking	44
Figura 13 - Método lógico para Redação	48
Figura 14 - Etapas da pesquisa	50
Gráfico 1 - Evolução do crescimento populacional nos municípios.....	52
Gráfico 2- Densidade demográfica e área da unidade territorial.....	54
Figura 15 - Fluxo de produção no canteiro	56
Figura 16 - Estoque de matéria-prima numa fábrica de tijolo cerâmico	57
Figura 17 - Boquilha no teto do forno	59

Figura 18 - Fluxo de produção fábrica de bloco de concreto	60
Figura 19 - Fluxo no canteiro	63
Figura 20 - Caminhão descarregando próximo a fiação	65
Figura 21 - Palete.....	65
Figura 22 - Marine Sling (Cinta especial)	66
Figura 23- Estoque paletizado e unitizado	66
Figura 24 – Carrinho <i>transpallet</i> e palete tipo coca-cola	67
Figura 25 - Alvenaria embutida.....	69
Figura 26 - Alvenaria com rasgo para receber a instalação.....	70
Figura 27 - Tijolo não conforme	70
Figura 28 - Remoção do resíduo no pavimento.....	76
Figura 29 – Contêineres no caminhão tipo <i>Munck</i>	77
Figura 30 - Vista do fosso que irá receber o coletor.....	77
Figura 31 - Coletor de resíduos	78
Figura 32 - Impactos na implantação da coordenação modular	78
Gráfico 3 - Os dez bairros mais caros de Fortaleza (R\$/m ²).....	81
Gráfico 4 - Demanda e oferta por metragem - Venda - 2014.....	81
Figura 33 - Objetivos da cadeia.....	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Objetivos	11
1.2	Justificativa.....	12
1.3	Estrutura do trabalho.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Cadeia da Construção civil	16
2.2	Industrialização na construção civil.....	23
2.3	Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCD)	29
2.4	Evolução da logística no cenário competitivo.....	38
3	METODOLOGIA	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
4.1	Fluxo de produção - Fábrica de blocos cerâmicos	55
4.2	Fluxo de produção - Fábrica de blocos de concreto.....	60
4.3	Fluxo de produção – Canteiros de obras	62
4.4	Impactos na Aplicação da coordenação modular	78
4.5	Variáveis identificadas na gestão da cadeia da construção civil.....	83

5	CONCLUSÕES	89
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO SIMAP	99
	ANEXO B – QUESTIONÁRIO – ARQUITETO	102
	ANEXO C – QUESTIONÁRIO – GERENTE DE OBRA.....	104
	ANEXO D – QUESTIONÁRIO FABRICANTE DE COMPONENTE	108
	ANEXO E – RESUMO QUESTIONÁRIO – ARQUITETO	113
	ANEXO F – RESUMO QUESTIONÁRIO - GERENTE DE OBRA	115
	ANEXO G – RESUMO QUESTIONÁRIO – FABRICANTE DE COMPONENTE	118
	APÊNDICE A – REQUISITOS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	120
	APÊNDICE B – OBJETIVOS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.	121
	APÊNDICE C –ATORES E RECURSOS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL..	122

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma indústria bastante singular. O uso intensivo da mão-de-obra, o ambiente da manufatura, a quantidade de normas a que está sujeita (ambiental, municipal, geração de resíduos, lei de uso e ocupação do solo, coordenação modular entre diversas outras), tornam esta cadeia bastante complexa, exigindo conhecimento e sincronia das diversas áreas de conhecimento e atuação. O número de atores e recursos envolvidos torna esta cadeia um tema relevante no campo econômico.

A dependência dos recursos naturais no desenvolvimento desta cadeia impacta fortemente no meio-ambiente na qual a mesma está inserida. Cada Estado possui seu próprio ritmo de construção e técnicas adaptadas à matéria-prima local. Além disso, os custos logísticos com transporte de matéria-prima distante podem comprometer seriamente o desempenho da cadeia.

No ano de 2010 entrou em vigor a Norma de Coordenação Modular a introdução desta norma possibilita diversos ganhos na cadeia produtiva. A padronização das dimensões permite a indústria da construção civil alcançar um novo patamar de industrialização e tornar-se mais competitiva. Isto é possível devido a intercambialidade dos materiais, facilitando a montagem, reduzindo os ajustes, erros, retrabalhos, adaptações e desperdícios (PORTLAND, 2010).

Paralelo a isto, a gestão dos resíduos sólidos tem se tornado cada vez mais complexa devido às pressões na legislação e nos demais elos da cadeia impactando de forma direta ou indireta os meios de produção. No entanto, a gestão dos resíduos não é algo contraditório e pode trazer muitos benefícios ao considerarmos os fluxos logísticos, a imagem da empresa entre diversos outros aspectos (SCHERRER; DA SILVA; DE BRITO, 2014).

Surge assim o seguinte questionamento: A cadeia da construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza encontra-se integrada?

1.1 Objetivos

O objetivo geral é avaliar a integração da cadeia produtiva da construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza-CE. Para alcançar o objetivo geral são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o impacto da norma de coordenação modular nos principais atores envolvidos;
- Descrever os fluxos dos processos produtivos na fase de alvenaria desde o fornecimento até a aplicação do material construtivo na Região Metropolitana de Fortaleza;
- Identificar, a partir da descrição, oportunidades de melhoria na cadeia produtiva e os possíveis entraves ao desenvolvimento da cadeia produtiva da construção civil.

1.2 Justificativa

As empresas da construção civil estão buscando por diferenciais, pois o mercado está muito competitivo. A manutenção da competitividade no setor da construção civil depende do triângulo: qualidade, prazo e custo. A produção enxuta busca agregar valor ao produto reduzindo o desperdício e o tempo de entrega. A gestão do abastecimento neste setor é muito complexa e sob o conceito de construção enxuta tem-se o fornecimento enxuto que é o uso de ferramentas e princípios *Lean* na gestão da cadeia de suprimentos (HONÓRIO; COSTA; SERRA, 2014).

Existe uma relação entre retrabalho e práticas de avaliação do fornecedor. Em geral, as empresas não compartilham suas lições aprendidas ao longo dos projetos. A razão para isto decorre do fato de não analisarem a documentação do projeto anterior e também por medo de ocorrer reclamações ou litígio devido à falta de método. Este problema se torna sistêmico, pois torna as especificações e avaliações longas para garantir a conformidade com o projeto (NEUMAN *et al.*, 2014). O mapeamento do fluxo de valor envolve: logística externa, ciclo de produção, contratação de fornecedores, organização administrativa, tecnologia e análise de projetos (ZAMBALDI; JOSÉ; PONCHIO, 2014) e (HONÓRIO; COSTA; SERRA, 2014).

A comunidade *LEAN* acredita que a realização de inspeção é cara e não agrega valor. No entanto, reconhece que em alguns momentos uma falha na inspeção pode levar a consequências catastróficas em grandes projetos. Por vezes se fará necessário a realização da inspeção 100%, defendida inclusive por William Edwards Deming que também afirma que a inspeção é cara e não agrega valor. Alguns itens devem ser tratados de acordo com a criticidade do contrato ou do item. A filosofia *LEAN* sugere que os erros devam ser evitados ainda na fase de projeto através da introdução de dispositivos *poka-yoke* (à prova de erros) e da padronização de processos operacionais. Um projeto típico envolve a aquisição de diversos materiais. O ideal

é que ainda durante a fase de fabricação o item defeituoso seja detectado e não seja repassado ao processo posterior. Evitando consumo de recursos em um item defeituoso ao longo da cadeia, inclusive gerando retrabalho (NEUMAN *et al.*, 2014).

A Universidade Federal do Ceará apoia o desenvolvimento de técnicas para a construção civil e atua na proposição de melhorias em técnicas construtivas e gerenciamento de obras. Atualmente o Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil desta Universidade encontra-se em parceria com outras universidades através de um Projeto financiado pela FINEP denominado Sistema Integrador para projeto e execução de Sistemas construtivos em alvenaria coordenada modularmente (SISMOD), que trabalha no sentido de propor soluções para esta complexa cadeia.

O projeto SISMOD é um projeto de abrangência nacional que vem sendo realizado em rede nos Estados de Alagoas, Ceará e Santa Catarina e tem se empenhado na industrialização da Construção civil para realizar a oferta de habitação comum custo mais acessível. O objetivo do projeto é desenvolver um sistema integrador (*software*) aplicado a projeto e produção de sistemas construtivos em alvenarias de habitações de interesse social. Isto será feito com base na coordenação modular e na conectividade de componentes no contexto da industrialização aberta, a partir da identificação dos sistemas construtivos, análise dos componentes existentes e sistematização dos processos de projeto, fabricação, transporte e montagem (YURI; ARAÚJO, 2014).

O grupo atua no desenvolvimento de soluções para a fase da alvenaria que é compreendida com uma etapa crítica na qual os problemas efetivamente se encontram. São exemplos destes conflitos: projetos de instalação que muitas vezes são compatibilizados na obra gerando resíduos, retrabalhos, desperdício de recursos humanos, matéria-prima e equipamentos (PORTLAND, 2010). Estes problemas aumentam a geração de resíduos gerando prejuízo financeiro e técnico no cumprimento do cronograma da obra. O projeto é realizado em parceria com outras instituições e ainda está em andamento.

Nesta fase da pesquisa busca-se encontrar evidências da aplicação da Norma de Coordenação Modular na Região Metropolitana do Estado do Ceará. Também busca identificar fatores que possam contribuir para que as empresas cearenses possam utilizar de forma eficaz os benefícios advindos do projeto SISMOD para a cadeia produtiva, após conclusão do mesmo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apoiam a formação de políticas públicas em razão da identificação das fragilidades encontradas na cadeia da construção civil.

Para o estudo da cadeia de suprimentos é necessário conhecer o fluxo produtivo para que posteriormente seja possível definir o melhor local para realizar as intervenções necessárias, de modo a aperfeiçoar as demais fases do processo construtivo. O mapeamento do fluxo favorece o estabelecimento de parcerias, pois uma vez que o fornecedor consegue oferecer algum serviço ao cliente é iniciada uma parceria cujo objetivo não é apenas o lucro e sim uma relação ganha-ganha. A melhoria introduzida em um processo anterior pode gerar grandes ganhos de produtividade nos elos posteriores (VIEIRA, 2006).

A Norma da Coordenação Modular deve induzir a melhorias em toda a cadeia por possibilitar a intercambialidade de itens, reduzirem o desperdício e aumentar a produtividade uma vez que as atividades começam a tornar-se padronizadas. As melhorias esperadas são facilidade no treinamento da mão-de-obra, redução de consumo de matéria-prima, redução na geração de resíduos, por conseguinte aumento na produtividade e na competitividade no setor.

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, do tipo descritiva e explicativa. Considera a importância da contemporaneidade das informações para divulgação, reflexão e enquanto instrumento de conscientização, promotora de mudanças culturais sistemáticas.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi estruturado em cinco capítulos. O Capítulo 2 aborda a cadeia de suprimentos da construção civil em relação às demais e mostra sua constituição no Brasil e no Ceará. Trata de alguns aspectos da industrialização da construção civil e dos resíduos sólidos. Finaliza apresentando a evolução da logística, o impacto desta evolução na cadeia de suprimentos e a ferramenta que apoia a continuidade desta evolução.

O Capítulo 3 exibe a metodologia adotada neste trabalho para alcance dos objetivos propostos. Abrange os procedimentos técnicos e classifica quanto à natureza e forma de abordagem desta pesquisa.

O Capítulo 4 apresenta os fluxos encontrados nos fornecedores de blocos de alvenaria e o impacto disto na movimentação dos equipamentos, incluindo a chegada do material no canteiro. discute os resultados encontrados, trata de aspectos que influenciam a

gestão da obra, apresenta uma Análise Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) entre gerentes de obras e arquitetos em relação a coordenação modular. Relaciona os aspectos macro da cadeia de forma a orientar uma futura modelagem na cadeia produtiva da construção civil e por fim o Capítulo 5 exhibe as conclusões, anexos e apêndices.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cadeia da Construção civil

Cadeia de suprimentos são a gestão de relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes, a fim de entregar ao cliente valor superior ao menor custo para toda a cadeia de suprimentos, a chamada gestão de demanda que busca criar uma vantagem competitiva de custo e de valor (CHRISTOPHER, 2011).

Uma cadeia produtiva é influenciada pelo ambiente organizacional ou institucional e por esta passam diversos fluxos (financeiros, físicos, conhecimento e informação), que vão desde a matéria-prima até o produto acabado. Os principais elementos de uma cadeia são: empresa, fornecedores, distribuição, clientes e consumidores (SILVA; RODRIGUES; PINHEIRO, 2009).

Numa cadeia de suprimentos quanto mais distante do consumidor, maiores são as oscilações na demanda. Desta forma, trabalhar em cadeia reduz as oscilações possibilitando reduções nos custos e nos estoques sem afetar o nível de serviço ao consumidor final. Á longo prazo a demanda média será a mesma para toda a cadeia de forma que os estoques de segurança são planejados para atender a oscilação em curto prazo. Todos os elos se programam olhando para a demanda final. Um planejamento adequado tende a tornar a demanda um pouco mais linear e reduz o chamado efeito chicote, que é dito quando os elos não possuem sincronia gerando oscilações na demanda e custos desnecessários (MEREDITH, J. R.; SHAFER, 2002).

O desempenho da cadeia da construção civil deve considerar o fator sustentabilidade em todas as fases (projeto, execução e demolição) visto que 75% dos recursos naturais extraídos são aplicados neste setor (SILVA; RODRIGUES; PINHEIRO, 2009).

A geração de resíduos nas fases de construção e demolição impacta no meio-ambiente e planejamento urbano além do alto consumo de água e energia elétrica. Sob o aspecto social também é importante, pois é a maior geradora de empregos diretos e indiretos, desde a cadeia de material até o desenvolvimento urbano, além da informalidade do setor e do baixo custo da mão-de-obra.

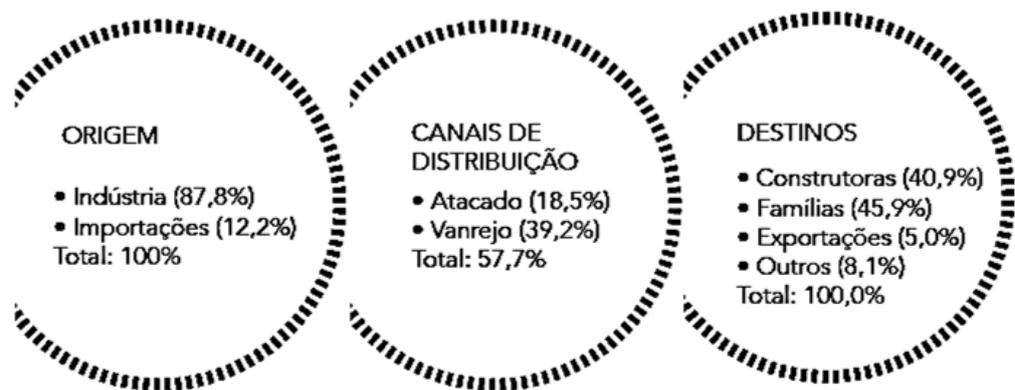
Todos estes fatos mudaram as relações entre os elementos pertencentes a cada cadeia produtiva. Cada cadeia tem seu próprio ritmo e características, mas todas de alguma forma foram afetadas por estas mudanças. A cadeia em sua forma de atuação influencia o meio

ambiente e a comunidade com a qual se relaciona, podendo impactar de forma positiva ou negativa nestas interações.

As empresas ao longo do tempo têm criado parcerias para desenvolver tecnologia e criar vínculo de forma a se tornar competitiva devido à necessidade de reduzir custos, aumentar a qualidade e adequar-se ao mercado.

A cadeia da construção civil, considerada a mola-mestra da economia pela quantidade de empregos que gera e detentora de diversas particularidades, também é afetada à sua maneira pelas alterações na forma de se relacionar com outras empresas.

Figura 1 - Síntese do fluxo da cadeia



Fonte: ABRAMAT e VARGAS (2014)

A construção civil é uma indústria que se diferencia das demais indústrias pela característica dos seus produtos. Os produtos da construção civil se caracterizam pelo layout de posição fixa e são projetos, tanto pela duração e como pelo volume de recursos alocados. Produtos relativamente imóveis, tais como: represas, estradas, edifícios e pontes necessitam que a organização se instale no local da construção e transporte todos os insumos para o local, tornando esta cadeia diferente das cadeias das demais indústrias (MEREDITH, J. R.; SHAFER, 2002).

A cadeia de suprimentos da construção civil integra a origem ao destino através dos canais de distribuição. Sendo a origem composta pela indústria e importações; o canal de distribuição composto pelo atacado e varejo, e o destino pelas construtoras, famílias (autoconstruções, autogestão), exportações e outros. A Figura 1 exhibe a composição de cada elo. Esta cadeia integra elos de outras cadeias, tais como (ABRAMAT; VARGAS, 2014):

- Cadeia de extração de minerais não metálicos e não orgânicos;
- Cadeia de máquinas e equipamentos para a construção civil;
- Cadeia de material elétrico e material metálico (produtos da metalurgia e siderurgia);
- Cadeia de produtos de madeira;
- Cadeia de produtos derivados de químicos e petroquímicos.

Cada uma destas cadeias ou elo participa da cadeia da construção civil ao se encaixar em alguns dos subgrupos listados a seguir: extração, material de construção, comércio e serviços e finalmente construção. A cadeia da construção civil segundo a Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT) é composta por quatro grandes elos. Começando pela Extração que se interliga com a Indústria de materiais da construção civil, comércio e serviços até chegar ao elo da construção civil. No estado do Ceará, verifica-se ainda a influência do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, visto que muitos dos manuais que são disponibilizados ao setor são escritos por professores da mesma e também a existência de diversas pesquisas realizadas em parceria com as empresas.

Para Azambuja e Formoso (2003), as autoridades na área evidenciam que nos últimos anos ocorreram mudanças nos ambientes interno e externo as empresas. Na construção civil, a construção de edifícios é mais afetada devido ao aumento do número de projetistas envolvidos, número de subcontratados e insumos. Esta falta de integração é uma das principais causas da baixa produtividade na indústria brasileira. Uma visão sistêmica é essencial no gerenciamento desta cadeia. Em geral faz-se a modelagem através de conceitos de gestão após identificar oportunidades de melhorias.

As empresas responderam a estas mudanças através de fusões, aquisições e outras formas de aliança estratégica para atender aos clientes que se tornaram mais exigentes e informados. Sendo necessário manter a qualidade e aumentar a satisfação dos clientes. Desta forma o custo total no gerenciamento da cadeia se torna cada vez mais importante. Antes o foco era nos retrabalhos, hoje o foco está nas ineficiências da cadeia (AZAMBUJA; FORMOSO, 2003).

Quando todos os elos tentam aperfeiçoar apenas internamente percebe-se um desempenho sub-ótimo em toda a cadeia e aumento do nível de estoque intermediário. Para melhorar a integração entre os elos sugere-se o envolvimento entre os fornecedores e projetistas.

Bem como a realização de parcerias de longo prazo, investindo em confiança e alcance de objetivos comuns, compartilhamento e monitoramento de informações. Acrescenta ainda planejamento em conjunto com foco no curto prazo. Desde que ajam objetivos comuns no longo prazo, resposta rápida do sistema e gerenciamento da demanda observando as variações que ocorrem no processo, nos fornecedores e nos clientes. Podem tornar mais eficiente a cadeia e o fluxo na mesma devido à redução de incertezas (AZAMBUJA; FORMOSO, 2003).

A indústria da construção civil é amplamente criticada pelo seu baixo desempenho, sofre ainda pressão financeira, necessidade de redução de custo, isto leva a uma desintegração das atividades e aumento da dependência de fornecedores. Estas relações definem os fluxos de informação, dinheiro e produtos. Afetam o comportamento das equipes e do desenvolvimento do projeto. Sugerem-se então relacionamentos colaborativos para obtenção de uma parceria de longo prazo de sucesso. No entanto, verifica-se a existência de fatores críticos na aquisição e entrega do projeto de desenvolvimento, tais como: experiência interna ou contratada, incorporação de incentivos e penalidades, liderança eficaz na gestão dos múltiplos interesses (GONZÁLEZ *et al.*, 2014).

A cadeia de suprimentos da construção civil é composta por várias outras que interconectam entre si pelos produtos que são solicitados ao longo da construção de uma edificação. Cada elo possui características muito próprias e pode vir a atender diversos mercados. A forma de aquisição difere muito de um produto a outro. Alguns produtos são comprados no varejo, outros no atacado, outros ainda são locados.

A cadeia da construção civil envolve muitas empresas no projeto, aquisição e montagem de construção, demandas de alto nível de curto prazo e pequena escala de alimentação. Existe ainda a fragmentação em número e tamanho das empresas, disciplinas e profissões para um único projeto e com frequência facilitam a ocorrência do oportunismo. O projeto é separado da construção e isto é feito com o objetivo de reduzir custo. Alterar projeto durante a construção afeta o custo. E isto é contraditório e é um fator crítico em um projeto. Parcerias de longo prazo não são interessantes para usos escassos no tempo em um ambiente instável de demanda futura. Desta forma, seria racional desejar o lucro no curto prazo. A solução para este impasse é agregar valor a um serviço cujo valor derivado traga lucro ao contratante. Esta abordagem sugere melhoria contínua e ganho para ambas as partes e pode ser pensada a partir da fase de projeto (GONZÁLEZ *et al.*, 2014).

O mercado apresenta ainda algumas segmentações. Podendo atender diretamente as famílias ou construtoras. Alguns produtos são adquiridos logo no início da obra e possuem vínculos bastante diretos (Cimento); outros um tanto indiretos (produtos químicos e petroquímicos). Há ainda os que são adquiridos para a obra toda (Cerâmica); os que são solicitados à medida que ocorre o consumo (Cimento, areia, brita tijolo); os que são adquiridos com características bastantes diversas devido ao porte ou classificação da obra, por exemplo, alto grau de customização (apartamentos luxuosos) ou alto grau de padronização: Habitação de Interesse Social (HIS).

Os principais produtos e materiais da cadeia da construção civil são apontados pela ABRAMAT em seu relatório. A análise a partir destes elos mostra a complexidade da cadeia e, por conseguinte a dificuldade em estabelecer parcerias para os diversos níveis de fornecimento para cada fase da obra. O sucesso de uma cadeia de suprimentos é construído ainda durante a fase de projeto. Nesta fase, deve-se observar a elaboração de contratos voltados para as relações nas cadeias de suprimentos, cronogramas, licenças, autorizações, estudos de viabilidade entre outros documentos característicos desta fase inicial.

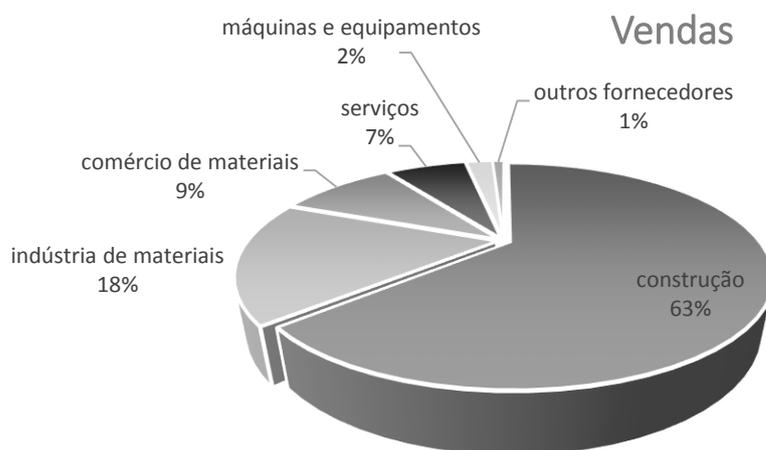
São exemplos de boas práticas observadas em empresas que tiveram sucesso na gestão da cadeia de suprimentos na fase de projetos. Na fase de aquisição observa-se como o fornecedor é avaliado pelo mercado. Em critérios de entrega de serviços com um bom desempenho. No caso de empresas de tecnologia o risco não é compartilhado sendo de total responsabilidade do contratante. O contrato é tido como uma manifestação formal da aquisição e adequada repartição dos riscos e objetivos comum. Os subcontratos sempre que possível devem ser iguais entre si e deve prever a existência de bônus caso aja entrega antes do prazo como consequência de um cenário favorável. Um ambiente cooperativo é criado através da comunicação eficaz (transparente e aberta, ambiente de confiança), alto desempenho e inovação. A comunicação efetiva entre funcionários experientes produzem respostas rápidas. Reuniões frequentes com representantes de todos os grupos envolvidos e a criação de um clima de confiança e compromisso facilitam a comunicação e a solução de problemas (*GONZÁLEZ et al.*, 2014).

O real impacto de uma cadeia produtiva é percebido pela sua influência no Produto Interno Bruto (PIB) Nacional. De acordo com o relatório da ABRAMAT (2014), a cadeia da construção civil no Brasil é considerada a mola mestre da economia e possui no elo construção a maior concentração de ocupação e também do PIB. O elo de indústria de materiais também é

bastante representativo conforme se pode verificar na Figura 2. (ABRAMAT; VARGAS, 2014).

Portanto, uma atuação no elo da construção civil pode ser percebida na economia e trazer ganhos sociais devendo ser considerada em políticas públicas. A cadeia da construção civil é formada por elos de outras cadeias. Ainda de acordo com a ABRAMAT os elos que compõem a cadeia da construção civil são: aços longos, argilas e silicatos, calcários, cimento, materiais químicos e petroquímicos, madeiras, máquinas e equipamentos, materiais elétricos, produtos cerâmicos, material plástico, metais sanitários e válvulas, metalurgia de não-ferrosos, concreto e fibrocimento, siderurgia de aços longos, vidros, tintas e vernizes.

Figura 2 - PIB e a ocupação na cadeia de construção 2013

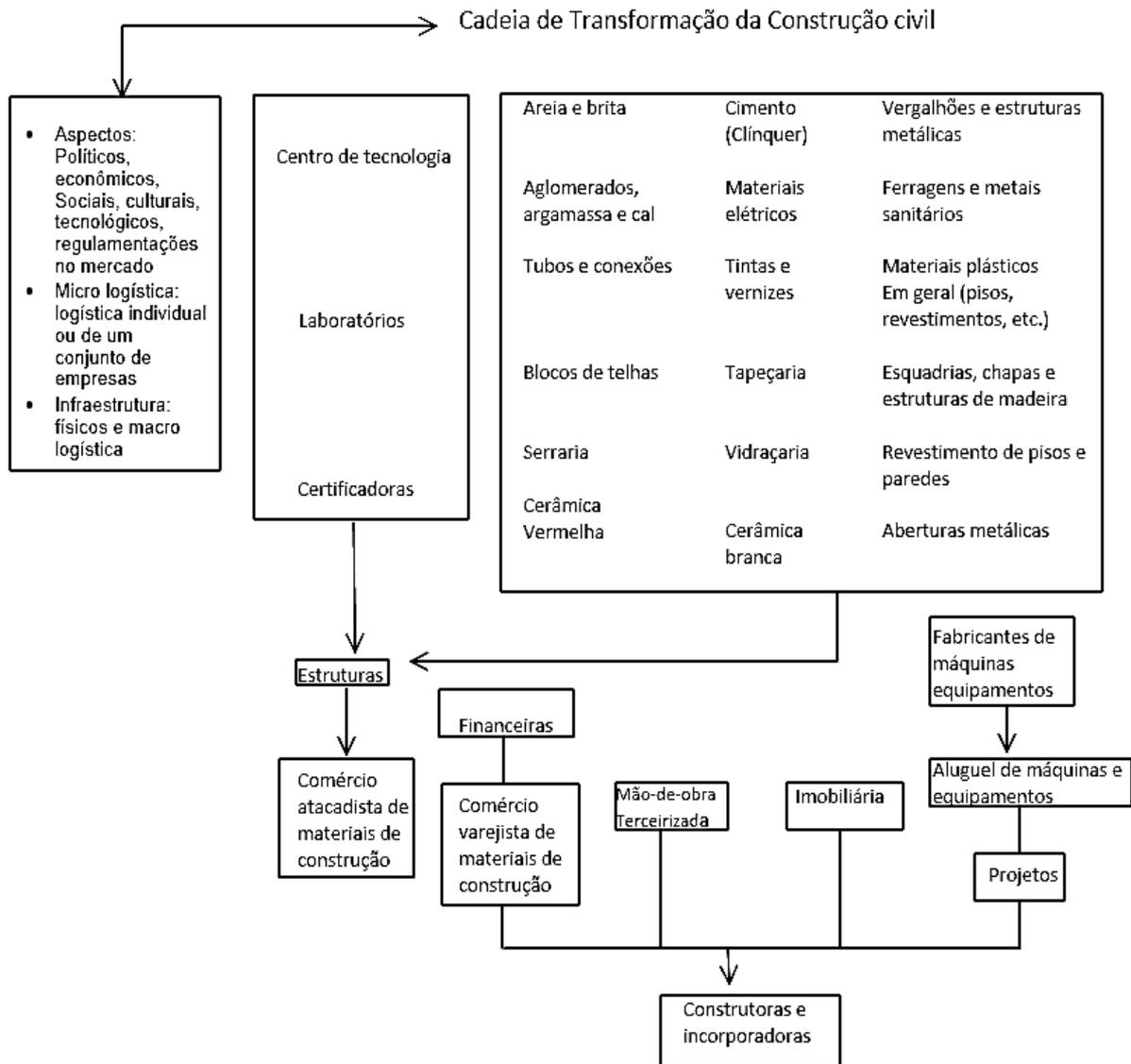


Fonte: ABRAMAT e VARGAS (2014)

A cadeia da construção civil no Ceará foi objeto de estudo no relatório do Sistema de Monitoramento de Arranjos Produtivos (SIMAP). A Figura 3 apresenta o desenho da cadeia produtiva no estado do Ceará contemplando todos os elos e a forma como eles se relacionam.

A cadeia da construção civil contempla a parte de pesquisa integrada a universidade e também empresas certificadoras. Nota-se com isto, que a cadeia no Estado do Ceará tem buscado desenvolver-se através de parceiras com a Universidade e a busca por certificação nas empresas locais. Os elos das construtoras foram avaliados pelo Sistema de monitoramento de Arranjos Produtivos (SIMAP).

Figura 3 – Elos da cadeia da Construção Civil



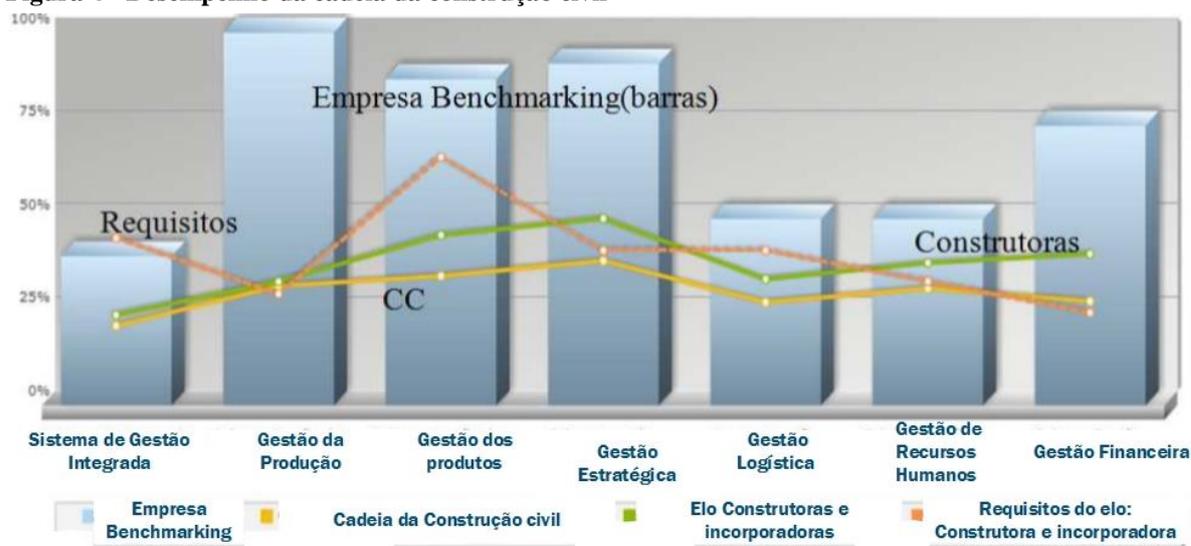
Fonte: Adaptado de Herbster (2011)

As empresas foram avaliadas a partir do preenchimento de um questionário *on line* que elenca as melhores práticas de cada subsistema de gestão e o grau de implantação de cada uma. Os subsistemas de gestão avaliados pelo SIMAP são: Gestão (da produção, do produto, estratégica, financeira, logística, de recursos humanos) e Sistemas de gestão integrada.

O questionário agrupa em 7 subsistemas os 46 critérios ou variáveis. Cada critério tem cinco níveis de desempenho que representam metodologias, indicadores de entrada e saída, tecnologias de produto, processo e gestão caracterizando as boas práticas ou ferramentas utilizadas por uma empresa de excelência. Estas ferramentas foram extraídas de normas e prêmios da qualidade como Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) e ISO/TS 16949, critérios

do Sistema Toyota de Produção e boas práticas da logística. Os critérios observados e a escala adotada estão disponíveis no Anexo intitulado Questionário SIMAP (ALBERTIN, M. R. ; ARAÚJO, M. C. ; OLIVEIRA, A. K.I ; RODRIGUES, M. V. ; ARAÚJO, 2011). A cadeia da Construção civil, de acordo com o Relatório SIMAP do ano de 2012, apresenta como maiores GAPS os critérios: ISO 9001 62.83 Lead Time de produtos 50 Uso de Eng. Simultânea 47.89 Desenvolvimento de produtos 44.03.

Figura 4 - Desempenho da cadeia da construção civil



Fonte: Araújo; Alves; Herbster, 2012

A Figura 4 permite identificar visualmente o atual perfil da cadeia produtiva no elo observado. Com isto é possível orientar os recursos ou estudos para a solução dos gargalos identificados mediante os requisitos do setor (ARAÚJO; ALVES; HERBSTER, 2012). No estado do Ceará, a cadeia da construção civil possui um desempenho bastante assimétrico.

Existem empresas que adotam tecnologias em um nível bastante superior aos requisitos de mercado, obtendo destaque na gestão da produção, gestão do produto e gestão financeira. Bem como, existem empresas que estão muito abaixo dos requisitos do mercado na maioria dos critérios observados, exceto na gestão logística (HERBSTER, 2011).

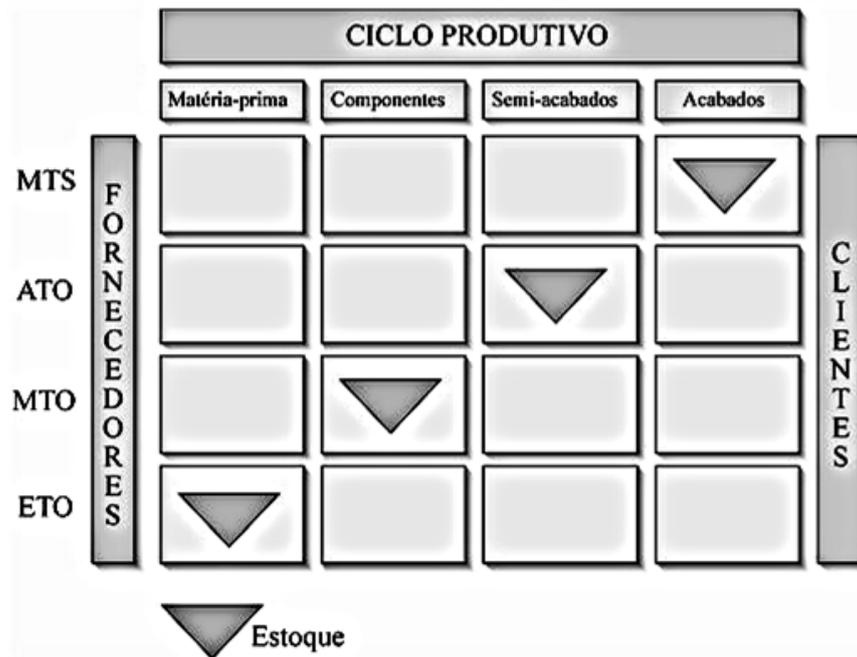
Verifica-se ainda que não haja a implantação satisfatória do sistema de gestão integrada. Sendo este um ponto bastante negativo quando se trata da gestão de uma cadeia.

2.2 Industrialização na construção civil

Uma cadeia produtiva para ser competitiva necessita de algum nível de industrialização. Só é possível industrializar mediante a presença de algum nível de

padronização. A existência de um padrão viabiliza uma melhor conexão entre os elos da cadeia produtiva. Dimensões padronizadas permitem um melhor balanceamento da produção, pois se pode optar por produzir com antecedência ou postergar o máximo possível o pedido de forma que se tenham informações suficientes e tempo hábil para gerá-lo.

Figura 5 - Posição dos estoques no ambiente de manufatura



Fonte: Martins, Petrônio G. Laugeni (2005)

O ambiente de manufatura evoluiu acompanhando o "tempo que o cliente está disposto a esperar". A Figura 5 resume a posição a posição dos estoques ao longo do tempo. No início, haviam poucos produtos industrializados e os clientes estavam dispostos a esperar ou já encontravam o produto disponível na loja. As previsões eram feitas com ênfase no produto acabado e nas vendas. Fabricava-se para estocar (*Make To Stock*). No segundo momento se fez necessário realizar a previsão dos componentes dos subconjuntos, iniciou-se o planejamento de compras e fabricação de componentes, já se realizava a montagem sob encomenda, pois os clientes configuram o pedido e as empresas somente realizam a montagem após o recebimento do pedido (*Assembly To Stock*). No terceiro momento, o estoque passa utilizar técnicas de previsão como *Program Evaluation Review Technique* (PERT) e *Critical Path Method* (CPM). A previsão passa a ser realizada observando a capacidade instalada e o cumprimento de prazos. Tem início a fabricação sob encomenda, ou seja, os produtos são projetados ao mesmo tempo em que são produzidos, prazo de entrega longo e alto grau de contato com o cliente (*Make To Order*). E atualmente, o foco das previsões é na matéria-prima e nos componentes críticos a

chamada engenharia sob encomenda, pois o projeto, a produção de componentes e a montagem final são feitos a partir de decisões do cliente (*Engineering To Order*) (MARTINS, PETRÔNIO G. LAUGENI, 2005).

A manufatura *Engineering To Order* é adequada devido aos longos prazos de entrega e implantação de sistemas de gestão. A gestão da cadeia de suprimentos possui papéis que podem se complementar em construções. A análise de contratos deve ser feita além de aplicação de ferramentas *LEAN*, *Kanban* entre outras. Pode-se observar o impacto da cadeia devido às atividades do local, cujo objetivo é a redução de: custos, prazos de entrega e estoque, transferências de atividades do local a estágios anteriores da cadeia, a gestão integrada, a melhoria da cadeia e da produção local. Também são soluções encontradas a criação de um centro logístico para atender as emergências locais no canteiro ou manipulação excessiva no canteiro, bem como para atender as alterações no projeto. Devem-se considerar as condições logísticas na qual está inserida a obra, pois está sujeita a regulação local bem como má qualidade e dificuldade de acesso as vias (HONÓRIO; COSTA; SERRA, 2014).

Isto ocorreu devido às mudanças no tempo de abastecimento de materiais que ocorre desde o tempo de transformação até o tempo de entrega ao cliente do produto ou serviço. Os clientes tornaram-se muito exigentes e desejam cada vez mais produtos personalizados. A tendência é produzir cada vez mais sob demanda e produzir apenas depois de obter contato por parte do cliente. As decisões a serem tomadas pelo planejamento e controle da produção se tornaram mais complexas. As decisões a serem tomadas são: o que produzir e comprar, quanto, quando e com que recurso.

O ambiente adequado de manufatura varia bastante de uma cadeia a outra. A cadeia da construção possui em seu ambiente de manufatura um ciclo muito longo junto ao cliente e curto junto aos fornecedores devido à própria natureza dos seus projetos, das atividades e do uso extensivo da mão-de-obra. Todas estas características fazem da industrialização na construção civil um grande desafio.

Uma forma de se conhecer uma cadeia é reunir as percepções dos fornecedores sobre o estado atual do controle de qualidade e identificar as melhores práticas que conduzam ao zero retrabalho. Isto deve ser obtido através de uma comunicação clara entre fornecedores e clientes. Não raro o número de reuniões será proporcional a criticidade do item. No entanto, as reuniões em geral não são utilizadas para documentar as lições aprendidas por medo de gerar

litígio futuros e também não se compartilha as informações obtidas em um projeto. Sendo o conhecimento organizacional gerado considerado tribal e pertencente apenas as pessoas que participaram do processo. Com isto, verifica-se a perda do conhecimento organizacional quando as pessoas chaves mudam ou saem da empresa. O conhecimento organizacional pode ser organizado em três grupos: as melhores práticas do fornecedor, do mercado e as que se acredita ser as melhores práticas para evitar o retrabalho (NEUMAN *et al.*, 2014).

As empresas tendem a escolher fornecedores que oferecem alto nível de serviço e que por vezes absorvem outros níveis de gestão dos seus subfornecedores. As empresas cujas relações dão certo são aquelas em que o contratante deixa as especificações bastante claras para todos os envolvidos no projeto. Podendo inclusive treinar os fornecedores e gerar uma documentação clara onde não ajam contradições. Com isto as inspeções passam a ter caráter de *feedback*. O erro detectado na origem não é repassado. Os custos reduzem e a necessidade de inspeção também. O excesso de resíduos no processo é reflexo da falta de informações. Isto ocorre pela alta probabilidade de coletar dados desnecessários ou produzir produtos com especificação obsoleta. Uma análise sistemática dos requisitos do cliente pode ser uma opção que conduz a redução de desperdício na cadeia (NEUMAN *et al.*, 2014).

A coordenação modular é uma ferramenta que apóia esta sistematização dos requisitos do cliente, por conseguinte tende a reduzir o desperdício em toda a cadeia e aumentar a produtividade.

Para Soares de Mello *et al.*, a produtividade é decorrente de alguma decisão tomada mesmo nos casos onde não há decisão a ser tomada. A produtividade pode ser mensurada em *Decision Making Unit* (DMU). Uma DMU eficiente é aquela com maior produtividade que é a razão entre produtos e recursos. A eficiência compara o que foi produzido com os recursos disponíveis e o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos (SOARES DE MELLO *et al.*, 2005).

O conceito de produtividade surgiu nos Estados Unidos com o Frederick W. Taylor cuja sistematização de seus trabalhos deu à origem a busca incessante por melhores métodos de trabalho e produção ao menor custo possível. Surgindo a medida quantitativa que gera indicador de sucesso ou fracasso nas empresas.

Produtividade = medida do *output*/ medida do *input*

Essa busca por melhores resultados revolucionou os processos e métodos produtivos. E deram origem produção em massa, engenharia industrial, linha de montagem, posto de trabalho, estoque intermediário, monotonia do trabalho, arranjo físico, balanceamento de linha, produtos em processo, motivação, sindicatos, manutenção preventiva, controle estatístico da qualidade e fluxogramas de processos (MARTINS, PETRÔNIO G. LAUGENI, 2005). Slack e Nigel (2002) também definem produtividade como a taxa do que é produzido por uma operação ou processo em relação ao que é necessário para produzir. Ou ainda, saída de uma operação pela entrada de uma operação. Desta forma a coordenação modular pode apoiar bastante o aumento da produtividade da cadeia da construção civil.

A Norma de coordenação modular no Brasil é a ABNT NBR15873: 2010. Esta Norma prevê módulos múltiplos de 10 cm, com isto consegue-se obter padrões de fácil montagem e conexão. A definição dada pela Norma ABNT NBR15873: 2010 é:

A coordenação modular é uma tentativa de padronização dos elementos construtivos. Trata-se de uma tentativa preliminar de industrialização para que a construção civil possa competir utilizando as boas práticas de gestão da produção normalmente aplicada a outras cadeias. Com a coordenação modular pretende-se obter melhorias quanto a: racionalização das atividades na construção civil, redução de desperdícios de materiais, tempo, mão-de-obra, volume de resíduos sólidos e de custos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

A coordenação modular e o *Building Information Modelling (BIM)* são ferramentas que possibilitam a industrialização na construção civil. O uso combinado destas ferramentas amplia os benefícios obtidos individualmente (ROMCY *et al.*, 2014).

Trata de um mecanismo de simplificação da inter-relação de objetos diferentes que deverão ser unidos ou montados com mínimas modificações ou ajustes. A indústria da construção civil tem buscado transformar sua forma de atuar que antes priorizava as ações no canteiro para introduzir processos de montagem iniciados na fábrica.

O conceito de coordenação modular evoluiu ao longo do tempo. Greven *et al* (2007) reúne alguns destes. A ABNT no ano de 1975 em uma publicação denominada: Síntese da Coordenação Modular conceitua como a aplicação específica do método industrial por meio da qual se estabelece uma dependência recíproca entre produtos básicos (componentes), intermediários de série e produtos finais (edifícios), mediante o uso de uma unidade de medida

comum, representada pelo módulo. Rosso (1976) simplifica ao conceituar como uma metodologia sistemática de industrialização enquanto Mascaró (1976) define como um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes. A própria ABNT, em 1977, na publicação intitulada Coordenação Modular da construção – procedimento, na ABNT NBR 5706, define a coordenação modular como técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência. Greven (2000) conceitua, sem rigor excessivo, como ordenação dos espaços na construção civil. Lucini (2001) define como sistema dimensional de referência que, a partir de medidas com base em um módulo predeterminado (10 cm), compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações.

De acordo com Greven *et al.* (2007) a coordenação modular apresenta diversas vantagens que são enumeradas a seguir:

- Agilidade no processo e organizacional: devido a repetição de técnicas e processos de domínio tecnológico;
- Aumento da capacidade de troca de componentes da edificação, facilita a manutenção e controle eficiente de custos e de produção;
- Aumento da construtividade: facilitação do processo construtivo pelo fato dos componentes serem padronizados e intercambiáveis;
- Intercambialidade de peças: mesmo sendo fábricas em origens diferentes serão compatíveis com outras peças, pois tem a mesma base modular. Assim, contribuindo para a industrialização aberta;
- Padronização dimensional: por haver uma mesma característica nas dimensões e pela redução da diversidade de tipos de tijolos;
- Produção seriada: não mais sob medida de forma artesanal;
- Redução do desperdício: eliminação da quebra de blocos e outras peças chegariam prontas ao canteiro, minimizando o gasto com matéria-prima;
- Redução do consumo de matéria-prima;
- Simplificação do projeto: os problemas mais recorrentes estariam solucionados pela experiência, além de detalhamentos já padronizados. Estabelece linguagem gráfica, descritiva e de especificações;

- Viabilização das exportações: já que padronização é a palavra-chave deste conceito, a circulação destes produtos internacionalmente é viável.

2.3 Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCD)

Os resíduos sólidos da construção civil podem ser gerados por diversos motivos. Sejam eles desastres naturais, problemas oriundos da vida útil da edificação ou ainda pela ação deliberada do homem (LEITE, 2001). Isto pode ocorrer pela atuação humana por fatores externos à edificação. Entende-se por fatores externos a construção, a reforma ou ainda a adaptação ou mesmo a demolição. Tais alterações são motivadas pelo aumento do poder aquisitivo, facilidade de acesso ao crédito imobiliário e urbanização desordenada. Outros fatores enumerados por Leite (2001) foram os relacionados à má qualidade dos materiais, projetos e serviços. Ora levando a ocorrência de perdas, ora levando a manutenção corretiva excessiva, ou ainda reduzindo a vida útil da edificação. Além da ocorrência de desastres com origem humana ou não, tais como: guerras, bombardeios, avalanches, terremotos, tsunamis, deslizamentos (INOJOSA, 2010).

Os resíduos sólidos basicamente são classificados quanto à origem e quanto à periculosidade. Os resíduos de comércio, residências e ruas são responsabilidade da prefeitura, pois em geral apresentam baixo volume. Isto é feito por que os pequenos geradores não possuem capacidade de autogestão, necessitando assim de uma rede de coleta e destinação adequada. Por seu lado, os resíduos gerados por hospitais, postos de saúde, indústria, serviços agrícolas e construção civil são responsabilidades do gerador (ÂNGULO *et al.*, 2011). Para apoiar este planejamento tem-se a Agenda 21.

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (BRASIL 1997). Com a Agenda 21 surgiu o conceito de sustentabilidade o qual exige que o lixo seja matéria-prima de algum processo. O resíduo necessita passar pelos processos de segregação, coleta, venda e destinação final. Isto exige do governo uma gestão integrada e da comunidade a responsabilidade quando do consumo de produtos. Quando a população está envolvida no processo, realizando um consumo consciente e descarte adequado este problema passa a ter consequências menos desastrosas para a própria população. Segundo a Agenda 21 o manejo adequado do meio-ambiente inicia com a aplicação dos 3R's (LINHARES; FERREIRA; RITTER, 2007).

O crescimento populacional e o aumento da população urbana em muito tem contribuído para o aumento do volume da geração de resíduo de construção e demolição. A conscientização de todos os envolvidos no setor é essencial para o sucesso da gestão destes resíduos. No município de João Pessoa – PB verificou-se uma postura de inconsciência por parte dos construtores. Uma clara desobediência ao princípio da prevenção que confere prioridade nas ações que evitem, reduzam ou eliminem fatos causadores de impacto ambiental (SANTOS, 2013).

Habitação com qualidade é uma necessidade que deve ser satisfeita sem prejudicar os ecossistemas existentes. A construção sustentável torna-se indispensável desde o planejamento. Esta deve priorizar a eco eficiência ao considerar os pontos de vista ambiental e social do empreendimento (FLORIM; QUELHAS, 2005).

O descarte inadequado gera diversos problemas que estão agrupados em basicamente quatro grupos de problemas: ambientais, ruas e avenida, bem-estar social e econômico. Dentre as consequências tem-se: assoreamento de recursos hídricos, poluição, contaminação, entupimento de redes de drenagem ocasionando enchentes nos períodos chuvosos e mesmo no período seco o acúmulo de resíduos gera doenças alérgicas, pulmonares e proliferação de vetores e animais transmissores de doenças. No aspecto econômico, grandes volumes são difíceis de gerenciar e aumentam os custos das operações de limpeza de rios, desentupimento de galerias, redução da vida útil do aterro além de impactar negativamente na paisagem da região (CABRAL; MOREIRA, 2011).

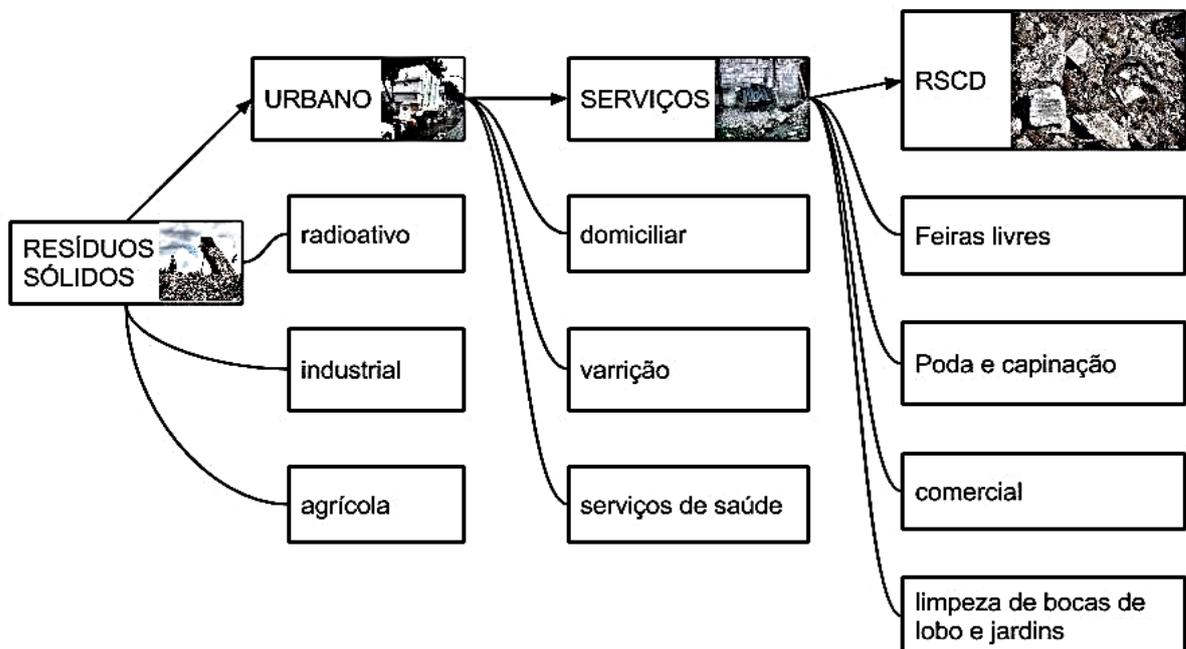
Uma vez que o resíduo sólido da construção civil é gerado, este necessita ser alocado, transportado e influencia na logística urbana e na paisagem da cidade no que tange ao aspecto estético.

O volume de resíduos da construção civil pode chegar a duas vezes o volume de resíduos urbanos. E se considerarmos que no passado muitas obras foram feitas sem o devido conhecimento técnico em construção e que este é um fator que reduz a vida útil de edifício. Ou ainda considerarmos a existência de países que se reconstruíram após guerras utilizando escombros e diversos outros fatores somente faz crer que o volume de resíduos da construção tende a aumentar. Sendo iminente a necessidade de gerenciá-lo (LEITE, 2001).

De início é interessante destacar que resíduo não é lixo. É denominado rejeito aquilo que não tem como ser aproveitado na cadeia de uso e reciclagem. Se não for separado adequadamente, de fato torna-se lixo conforme Grimberg (2005). Outro aspecto levantado é que o resíduo necessita ser depositado e gerenciado de forma e em local adequado e nas cidades pequenas ocupam locais que poderiam servir para apoiar a agricultura, turismo e lazer. Desta forma, a legislação ambiental passa a ter um papel estratégico na definição das ações do Estado para garantir um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável. Grimberg (2005) destaca ainda que em uma nova concepção de gestão de resíduos sólidos realizada de forma estruturada deve-se obter a partir da participação da sociedade, inclusão social e educação para os 3R's.

Os Resíduos Sólidos da Construção e Demolição (RSCD) estão inseridos em um grupo maior de resíduos que também necessitam ser gerenciados. A Figura 6 mostra como se dá esta classificação de acordo com a atividade geradora. Cada uma delas exige uma destinação adequada.

Figura 6 - Classificação dos Resíduos quanto à origem



Fonte: Adaptado de Inojosa (2010)

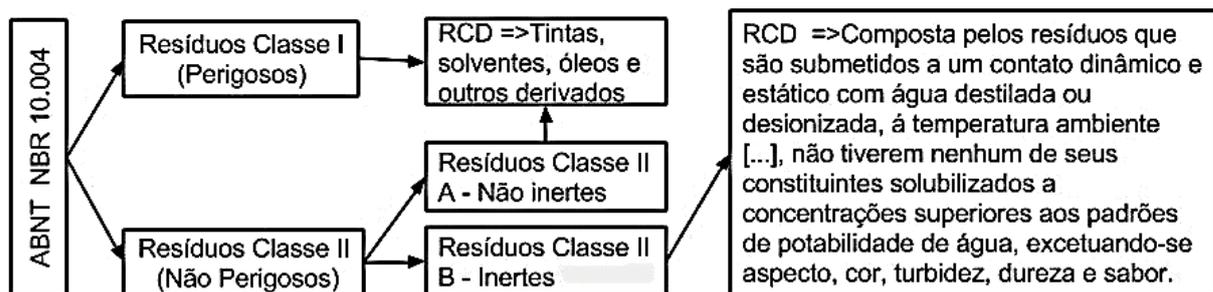
Os resíduos sólidos podem ser de origem urbana, radioativa, industrial ou agrícola. Sendo que os resíduos urbanos dividem-se em serviços, domiciliar, varrição e serviços de saúde. A categoria de serviços engloba os Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC), as feiras livres, poda e capinação, comercial e ainda limpeza de bocas de lobo e jardins.

A ABNT NBR 10.004 trata de forma indireta o conceito de resíduos sólidos da construção civil. A Norma ABNT NBR10.004 classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio-ambiente e à saúde pública. O modo como este resíduo será gerenciado está vinculado à atividade que deu origem e os seus constituintes (NOVAES; MOURÃO, 2008) e (CABRAL; MOREIRA, 2011). A seguir tem-se a definição dada pela Norma ABNT NBR10.004.

“Resíduos no estado sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos na definição todos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis serem lançados na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exigem para isso soluções técnicas e economicamente viáveis, em face da melhor tecnologia disponível.” (ABNT NBR. ...,1987).

A classificação envolve a identificação do processo de geração do resíduo e de sua composição e características. Paralelo a esta classificação tem-se uma lista de resíduos e substâncias consideradas perigosas. Entre as características que tornam o material perigoso pode-se citar: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade que são definidas a partir de propriedades descritas na Norma ABNT NBR10.004 (NOVAES; MOURÃO, 2008).

Figura 7 - Classificação dos Resíduos segundo a ABNT NBR10004



Fonte: Adaptada de Cunha (2005)

A Figura 7 exhibe que a classificação dada pela Norma NBR10.004 não situa adequadamente os Resíduos sólidos da Construção Civil, pois dependendo do conteúdo o resíduo pode ser classificado de uma forma ou de outra. De acordo com esta norma ABNT NBR10.004, os resíduos sólidos dividem-se em: perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe

II). Sendo que os não perigosos dividem-se ainda em: inertes (Classe II B) e não-inertes (Classe II A). A maioria dos materiais encontrada é classificada como entulho Classe II B.

No entanto, caso os resíduos estejam contaminados com oriundos de tintas, solventes entre outros produtos. Isto faz com que o resíduo seja classificado como Classe I (CABRAL; MOREIRA, 2011). Para facilitar a classificação foram elaboradas listagens e definiram-se alguns parâmetros para apoiar a correta classificação. Os Resíduos da Classe I são aqueles que constam na listagem. Os da Classe II A são aqueles que não se enquadram nas Classes I e II B por serem biodegradáveis solúveis em água ou passíveis de serem usados como combustível. E os da Classe II B são aqueles cuja amostra representativa submetida a ensaio de solubilização conforme NBR 10006/ 2004 e não obtiveram nos ensaios componentes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Desta forma, grande parte dos resíduos da construção civil enquadra-se na Classe II podendo existir também produtos que sejam da Classe I. Os resíduos da construção civil não eram satisfatoriamente classificados (CUNHA, 2005).

Verificando esta dificuldade tornou-se necessário criar outra forma de classificação. Esta outra forma de classificar os resíduos verifica-se na Resolução 307 CONAMA que define claramente e classifica os resíduos gerados na atividade da construção civil quanto à forma de destinação final e enumera os itens a serem destinados e classificados.

“Os resíduos sólidos da construção civil são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. São eles tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obra, calça ou metralha.” (CONAMA, 2002).

Este conceito foi definido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N°307/2002, alterada pelas Resoluções 348/2004, 431/2011 e 448/2012. Esta mesma Resolução no Art. 3º classifica os resíduos em quatro classes que devem ser observadas quando da triagem e destinação de materiais conforme se pode verificar na descrição a seguir.

a) Classe A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. Exemplos: De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos,

- tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras; De construção, demolição, reformas e reparos; De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; De edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- b) Classe B - Resíduos recicláveis para outras destinações. Exemplos: Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
 - c) Classe C - Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
 - d) Classe D - Resíduos perigosos oriundos do processo de construção. Exemplos: Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriunda de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Os resíduos da construção civil representam em média 50% do volume total de resíduos urbanos. Esta proporção é equivalente no Brasil e em outros países. A falta de gerenciamento favorece a deposição irregular e o surgimento de aterros clandestinos. A composição e o volume gerado possuem forte vínculo com o grau de desenvolvimento da indústria da construção civil no estado ou município, fase da obra, técnicas construtivas e grau de qualificação da mão de obra (LINHARES; FERREIRA; RITTER, 2007).

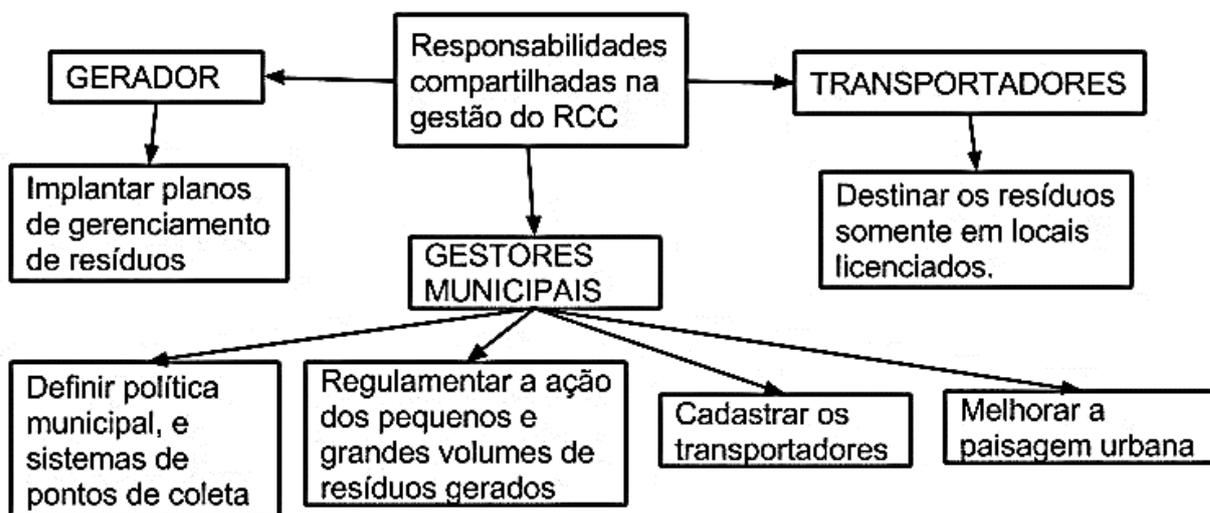
Na literatura menciona-se que dentre as variáveis socioeconômicas, políticas legais e de gestão municipal mais significativa que afetam a composição do entulho são: percentual dos funcionários de nível médio que trabalham na Prefeitura; renda média anual do município; percentual de domicílios com água; existência de programas de coleta seletiva de lixo; programas de incentivo para geração de trabalho e renda e existência de áreas de recepção de RCD (ÂNGULO *et al.*, 2011).

Ângulo *et al.*, (2011) afirma ainda que seja uma etapa chave do processo a identificação e a quantificação da geração pelos diversos agentes, inclusive aqueles que realizam deposição irregular, para que seja possível orientar a elaboração de planos de gerenciamento e disposição final adequada. Ângulo *et al.*, (2011) acrescenta ainda que as usinas de reciclagem de RCD no Brasil não conseguiriam reciclar mais do que 5% do que é gerado mesmo operando em suas capacidades máximas. Existe ainda uma grande dificuldade com a fiscalização, falta de recursos e pessoal qualificado para realização do diagnóstico.

De acordo com a Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA) e a PNRS que entrou em vigor em 02 de agosto de 2010, através da Lei Federal Nº12.305/2010, destaca que o gerenciamento dos resíduos sólidos constitui uma responsabilidade compartilhada entre gerador, transportador e gestor municipal (CONAMA, 2002).

Desta forma, cada setor assume um papel na preservação do meio ambiente cujo cronograma é definido com parte da implantação deve ser cumprido da forma mais harmoniosa possível, trazendo melhorias para a qualidade de vida tanto no aspecto social, como econômico e ambiental (CABRAL; MOREIRA, 2011). A apresenta os três grupos previstos na norma ABNT NBR10.004 e algumas das respectivas atribuições. Ao gestor municipal cabe definir a política municipal, sistemas e pontos de coleta, regulamentar a ação dos pequenos e grandes volumes de resíduos gerados, cadastrar os transportadores, melhorar a paisagem urbana. Já, aos geradores cabe implantar os planos de gerenciamento de resíduos e aos transportadores cabe destinar os resíduos somente em locais licenciados (Figura 8).

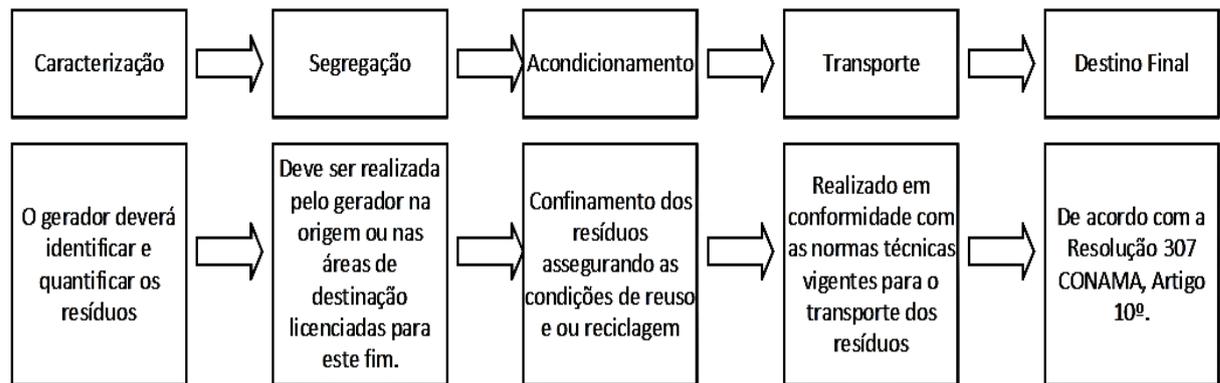
Figura 8 - Funções dos gestores municipais



Fonte: Elaborada pela autora

O PGRCC deve ser elaborado pelos empreendimentos e atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, sendo posteriormente analisado dentro do processo de licenciamento no respectivo órgão ambiental.

A gestão dos resíduos sólidos é realizada a partir do Plano de Resíduos que deve ser elaborado e implementado de acordo com as exigências legais do município.

Figura 9 - Etapas na elaboração do PGRCC

Fonte: Adaptado da Resolução Nº 307 do CONAMA

Este projeto deve conter e seguir as etapas descritas na Figura 9. O PNRS foi instituído pela Lei Federal nº 12305/2010 e prevê dentre outras coisas a gestão compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos desta forma os fabricantes bem como todos os elos da cadeia estão envolvidos, tais como: distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços de limpeza urbana ou manejo, dentre outros. A referida Lei prevê logística reversa e coleta seletiva.

Desde 02 de agosto de 2014 a prefeitura e os geradores de resíduos somente podem dispor no aterro rejeitos, ou seja, os resíduos cuja possibilidade de reaproveitamento esteja esgotada ou não exista viabilidade técnica ou econômica. Com esta lei pretende-se obter os benefícios dos 3R's (*Reduce, Reuse, Recycle*), sendo de fundamental importância acadêmica na sugestão de propostas e desenvolvimento de tecnologias pela área.

Dentre as soluções tecnológicas propostas têm-se o mapeamento das áreas geradoras de resíduos para posterior gerenciamento pela prefeitura. No entanto, é necessário manter um vasto e completo banco de dados para apoiar as diversas e complexas tomadas de decisões.

A gestão dos resíduos sólidos da construção civil por vezes implica no deslocamento destes resíduos. Um estudo logístico deve considerar as distâncias que serão trabalhadas e a definição dos locais adequados. Nesta definição o profissional de logística deve considerar as restrições impostas pela legislação e pela realidade local.

A criação de corredores exclusivos para transporte coletivo, limitação de áreas de estacionamento e de circulação são critérios que afetam criticamente a logística urbana em um

município do porte da cidade de Fortaleza. Estas restrições são mais bem percebidas na logística urbana quando da definição dos horários, volumes, locais e percursos que os resíduos irão assumir ao longo do ciclo de vida da gestão dos mesmos.

A gestão de resíduos exige monitoramento da prefeitura e demais órgãos gestores. É necessário identificar os locais onde estão sendo gerados, descartados, o volume e frequência que isto ocorre. Para conseguir propor soluções adequadas à realidade da cadeia no Município de Fortaleza é necessário conhecer a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), atuais regulamentos, a base cartográfica do município e o plano diretor. A análise destes documentos se faz necessário para verificar se as soluções propostas são viáveis também sob o aspecto legislativo e também para que seja possível realizar a criação de cenários considerando as perspectivas de crescimento da cidade. De forma a não impactar aumentando a desordem atualmente vivenciada pelos moradores da cidade em relação aos serviços logísticos. Quais as medidas que podem ser adotadas para mitigar estes efeitos? Como se desenvolveu a logística urbana no município de Fortaleza? Como será dado o crescimento das áreas urbanas para posterior mapeamento dos quantitativos e respectivos destinos finais? Que áreas são permitidas? Onde é estratégico promover o crescimento? E de que forma pode-se realizar este crescimento para que isto ocorra beneficiando a população? Uma análise criteriosa poderá promover crescimento da cidade mesmo com os diversos obstáculos à realização da logística urbana.

A existência de obstáculos na via, tais como árvores, fios de rede de tensão em altura inadequada, distâncias e percursos entre geração e destinação final. Tudo isto torna as soluções logísticas bastante complexas, pois é necessário considerar a malha rodoviária em questão. Vale ressaltar a existência de trechos nos quais existe inversão de fluxo ou desvios devido a intervenções da prefeitura. No desenvolvimento de projetos e operações logísticas deve-se considerar a integração, coordenação e consolidação. O atendimento a estes critérios garante sustentabilidade, mobilidade e qualidade de vida que são os pilares da logística urbana (PRATA *et al*, 2012).

No mapeamento de uma cadeia produtiva, diversos atores são envolvidos por afetarem diretamente a logística urbana. Eles foram classificados em: Embarcadores, transportadores, população e poder público. A seguir, tem-se uma descrição sucinta destes e do papel que desempenham na logística urbana (PRATA *et al*, 2012):

- a) embarcadores: Responsáveis pelo embarque e desembarque de mercadorias, busca maximizar o nível de serviço, reduzir custos, tempo de coleta; entrega e manter a confiabilidade;
- b) poder público: Engloba administradores municipais, federais, estaduais. São responsáveis pelo desenvolvimento econômico da cidade, oferta de emprego, regulação da segurança viária, níveis de congestionamento e de poluição. Podem manter-se neutros na resolução de conflitos, mas é responsável pela coordenação e facilitação das iniciativas logísticas;
- c) população: Aqueles que vivem próximo ou trabalham próximo aos centros urbanos, desejam reduzir poluição sonora e ambiental, congestionamentos e acidentes;
- d) transportadores: Responsáveis pela distribuição. Objetivam minimizar custos com coleta e distribuição. Sofrem grande pressão por alto nível de serviço e baixo custo. Seu maior problema em geral são os congestionamentos que reduzem sua eficiência.

2.4 Evolução da logística no cenário competitivo

A logística em sua fase inicial abordava apenas aspectos técnicos sendo muito voltada para a construção de algoritmos de otimização. Com o tempo a logística saiu da operação para a gestão e tornou-se essencial o uso da tecnologia da informação. Nesta fase começou-se a observar o cenário interno e externo a empresa e tomar decisões baseado neste cenário (BOWERSOX, 2014). Por exemplo: O dimensionamento de armazéns considera a demanda, o custo da mão-de-obra para em seguida definir se o armazém será automatizado ou não e o grau de automação (MOURA, 1997).

No início, a oferta de produtos era menor que a demanda. O produto era padronizado, o ciclo de vida longo, a produção feita buscando economia de escala, o nível de serviço muito baixo. No entanto os clientes não se importavam. Estas características mudaram radicalmente ao longo do tempo para a maioria dos produtos exceto commodities agrícolas ou industriais (MEDEIROS, 1997).

Hoje se tem uma economia de personalização, cujo nível é tão alto que as empresas só produzem depois que o cliente define o que deseja adquirir. O cliente final “dispara” o funcionamento de toda a cadeia. Existe uma saturação relativa do mercado. Por isto o ciclo de

vida dos produtos tende a ser muito pequeno, os produtos podem ser feitos sob medida. Diante deste novo cenário facilmente conclui-se que não existe uma solução única. Podendo haver desintermediação (“cortar o intermediário”) ou coopetição que ocorre quando as relações entre os atores da cadeia mudam de acordo com o momento. Eles podem ser: competidores, concorrentes, fornecedores, clientes, parceiros, oponentes e complementares (NIGEL; SLACK, 2002).

A micro e a macro logística devem funcionar integradas. A micro logística irá tratar da(s) empresa(s) e a macro logística irá funcionar para atender a coletividade. Neste cenário, também participam as infraestruturas e a comunicação. Todos atuam de forma a melhor atender ao cliente final que tem se tornado cada vez mais exigente nos seus critérios de qualidade, custo e desempenho da entrega do produto (BOWERSOX, 2014).

Atualmente aumentou-se o número de normas às quais as empresas devem se submeter, das quais são listadas: requisitos ambientais a serem cumpridos, rastreabilidade dos produtos, controle da logística de pós vendas, responsabilidade pelos resíduos após o consumo, fornecedores distantes, legislação, fiscalização, personalização de produtos, entrega *Just in time*. Todos estes elementos tornaram a logística uma atividade complexa. Tal complexidade foi repassada para a cadeia e surgiram atores que se especializaram em um determinado serviço logístico (MARCONDES *et al*, 2007).

Para atender a estas demandas em tempo hábil, é necessária a formação de parcerias. As empresas se organizam de forma proativa, cujos controles começaram a ser feito baseado nas tendências do mercado, previsões estatísticas e mudanças tecnológicas que observam o cenário interno e externo. A decisão de automatizar um armazém, leva em consideração o custo da mão de obra local entre outros fatores que irão inclusive determinar a forma de operação e localização (TUBINO, 2002).

A *Supply Chain* surgiu como resposta a estas demandas a partir da evolução da logística. Os diversos atores da cadeia possuem relações por vezes conflitantes. No início, a indústria produzia e fazia a distribuição física e tinha contato com o cliente final. A indústria desejava produzir em larga escala e começou a terceirizar a distribuição para reduzir custos (MAZZALI, L.; MILAN, 2006).

O distribuidor que estava em contato com o cliente percebia a necessidade de um maior número de opções para atender o mercado, melhor consolidar sua carga e elaborar roteiros para atender aos clientes. Com isto, o distribuidor para aperfeiçoar seus processos começou a participar da logística reversa e de concepção. Estas atividades são comuns à indústria e distribuição, e estas em algum grau competiam quando na verdade deveriam cooperar entre si, principalmente ao considerar o aspecto ambiental. A atuação da indústria e da distribuição no meio-ambiente afeta a sobrevivência de organismos e alteram de forma imprevisível a cadeia alimentar através da extração de recursos naturais e da geração de resíduos pelos processos industriais (SANTOS, 2006).

Para reduzir os custos, reduziram-se os estoques intermediários em todos os elos da cadeia. Estes agora funcionam totalmente sincronizados e totalmente voltados para o consumidor. Produzindo tão somente o que é solicitado e quando solicitado. A logística agora passa pelos três setores: fornecedor, produção e distribuição. Permitindo assim maior flexibilidade para o cliente e exigindo uma grande parceria entre os elos da cadeia (BOWERSOX, 2014).

Para sincronizar estas atividades é necessário conhecimento de diversas áreas. Surgiram os prestadores logísticos, operadores logísticos, logística de terceira e de quarta parte. Cada um destes é classificado de acordo com as atividades que exerce. Desde fluxo físico, transporte, estoque, manutenção, embalagem, fluxo de informação, engenharia de concepção até soluções logísticas (DEMARIA, 2004). A logística, antes exercida por uma empresa, agora é exercida por diversas empresas em diversos graus de atuação (SLACK; NIGEL, 2002). A logística deve dialogar com outras funções como marketing, e pesquisa e desenvolvimento para corrigir erros de previsão e ajustar toda a cadeia cada vez que se faz necessário rever o planejamento. O planejamento estratégico deve incluir os três planos de ação básica: Plano financeiro, Plano de Marketing e o Plano de produção. Estes devem ser desmembrados em nível tático para fornecer métodos e a direção que os vários setores necessitarão colocar em prática a estratégia (TUBINO, 2002).

Durante a Revolução Industrial os recursos naturais eram abundantes e a poluição não era o foco da atenção na sociedade industrial e intelectual da época. No entanto ao avançarmos sobre os estoques naturais da Terra a realidade mudou. Após a Segunda Guerra Mundial a civilização passou por um processo realmente global e mudou o tamanho do mundo para sempre. As operações logísticas passaram a ter caráter global e o impacto ambiental não

mais podia ser ignorados. Desde então surgiram marcos regulatórios locais e globais. A sociedade começa a se reunir e discutir tais aspectos (MARCONDES *et al*, 2007).

A partir do documento intitulado *Our Common Future* (1987), comumente conhecido por Relatório *Brundtland* (“Nosso Futuro Comum”), o desenvolvimento econômico e industrial devem ser vistos também sob a ótica sustentável (ZACCHI; VAN BELLEN, 2005). Não apenas respeitando os limites impostos pelas leis, mas indo além para que possa dar efetivas garantias de que a sociedade e o meio-ambiente não mais serão prejudicados pela irresponsabilidade ou ganância (MARCONDES *et al*, 2007).

As mudanças drásticas impostas no período da Revolução Industrial nos dias atuais podem ser comparadas à tecnologia da informação que afeta a economia mundial, a força e a natureza do trabalho (BERTAGLIA, 2009).

Tudo aquilo que o sistema não pode efetivamente interferir, faz parte do que se chama ambiente ou mundo externo. O ambiente limita o desenvolvimento livre de um determinado sistema através de normas, premissas e diretrizes. O homem sistêmico na logística deve considerar as restrições externas como fictícias até que se prove o contrário. Ao discutir os limites se encontra com segurança os verdadeiros limites da restrição (ALVARENGA; NOVAES, 2000).

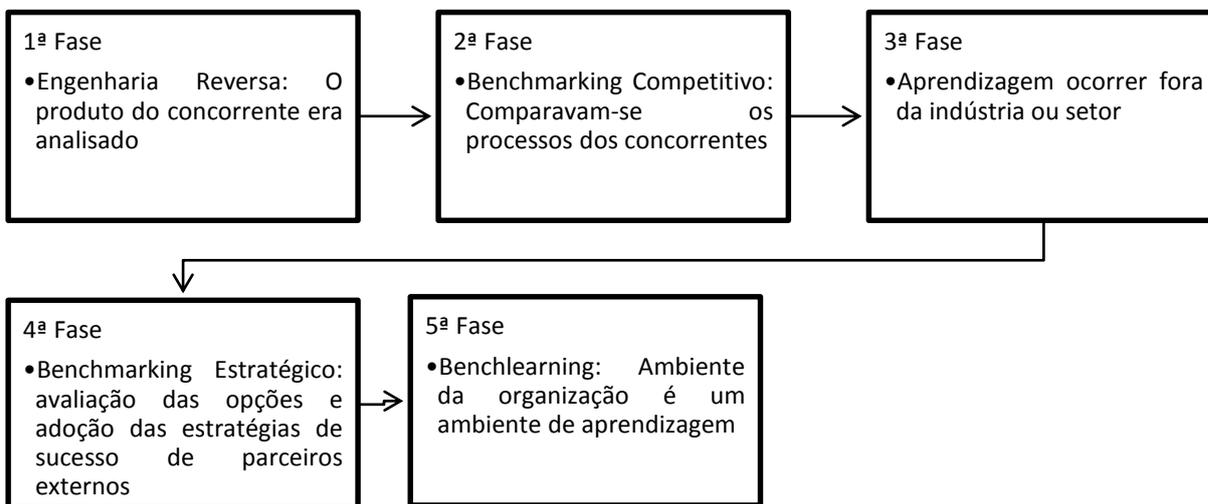
Diante deste cenário de rápidas mudanças, inclusive mudando formas de negociar, parceiros, constante busca por redução de custos e alcance de novos mercados, é necessário para manter-se competitivo apostar em dois fatores essenciais: Inovação e Produtividade. Inovar para conquistar novos mercados e adequar-se as novas regulamentações, ser produtivo para ofertar mais ao cliente sem interferência no lucro, razão de ser de toda empresa (MARCONDES *et al*, 2007).

Toda essa agilidade exige que a empresa aprenda de forma muito rápido como se adaptar ao novo cenário. Uma ferramenta que possibilita a agilidade na aprendizagem organizacional em tempo hábil é denominada *Benchmarking* que através da observação dos fatores de sucesso de empresas líderes possibilita a empresa realizar um diagnóstico de si mesma e criar um padrão de referência de onde deseja chegar e buscar meios de alcançar (MARCONDES *et al*, 2007).

A prática do *Benchmarking* evoluiu ao longo do tempo, bem como seu conceito. No início as empresas adquiriam os produtos dos concorrentes, analisavam e faziam cópia do produto. Esta prática era denominada engenharia reversa. Em um segundo momento as empresas começaram a reproduzir não mais o produto e sim o processo de seus concorrentes. Nesta fase a prática adotada pelas empresas recebeu o nome de *Benchmarking* competitivo.

Na terceira fase, aqueles que não tinham um referencial por já encontrar-se em uma posição privilegiada no mercado a saída encontrada foi buscar melhorias em processos externos ao setor. Na quarta fase, o *Benchmarking* tornou-se uma prática regulamentada e possui apoio de empresas parceiras que se comprometem a compartilhar o conhecimento para que esta possa mudar de patamar competitivo. Nesta fase são observadas as estratégias que deram funcionaram e estas são reproduzidas na empresa adaptando a realidade desta. Por observar as estratégias de sucesso de outras empresas, foi denominado *Benchmarking* estratégico. Finalmente na quinta fase a empresa busca melhorias no processo através do conhecimento organizacional gerado na própria empresa. Por considerar o ambiente da empresa um ambiente de aprendizagem, este *Benchmarking Learning*. O desdobramento histórico do conceito e a sistematização da evolução do conceito ao longo do tempo estão resumidos na Figura 10.

Figura 10 - Fases do Benchmarking

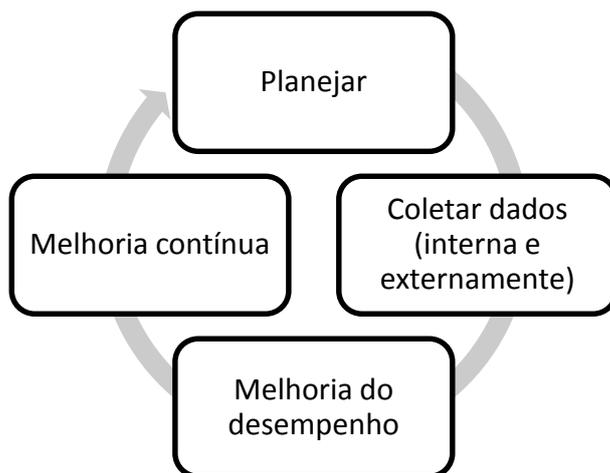


Fonte: Baseada em Kyro; Paula (2003)

Existe uma diferença do *Benchmarking* quanto ao setor onde é aplicado. No setor público a ênfase está na cooperação e na eficiência dos processos, diferente do que se observa no setor privado cuja ênfase está na competição (KYRÖ; PAULA, 2003).

A Figura 11 apresenta a sequência genérica em que um *Benchmarking* pode acontecer. Não existe uma sequência pré-definida ou números de passos a ser seguido. O *Benchmarking* é algo único e respeita o ritmo e necessidades da empresa. No entanto de forma geral um *Benchmarking* passa necessariamente por estas fases: Planejamento, coleta de dados interna e externamente, melhoria de desempenho e melhoria contínua (TOMÉ, 2004).

Figura 11 - Sequência genérica do Benchmarking



Fonte: Adaptado de Kyrö; Paula (2003)

Os recursos em uma empresa não são infinitos. A empresa necessita conhecer a si mesma e realizar um diagnóstico, definir orçamento, equipe, parcerias e cronograma.

Para Bhutta (1999) a prática do Benchmarking pode ser classificada da seguinte forma:

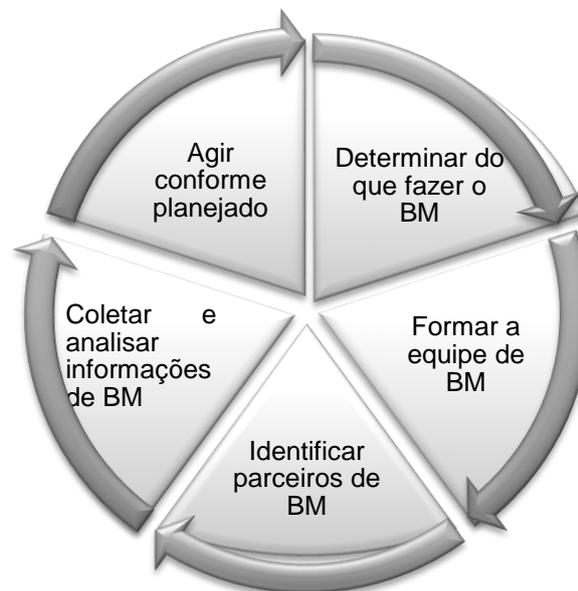
- a) Competitivo: É realizada contra o "melhor" para comparar a tecnologia / processo na própria indústria ou tecnologia / processo na própria indústria ou área Tecnológica. O objetivo deste tipo de análise comparativa para se tornar melhor que a tecnologia / processo comparado;
- b) Estratégico: O estudo é realizado quando está sendo feita uma tentativa de mudar a direção estratégica da empresa e a comparação com a própria concorrência em termos de estratégia é feita;
- c) Funcional: Estudo de Benchmarking para comparar tecnologia/ processo em uma das indústrias ou tecnologia da área;
- d) Genérico: Comparação do processo contra os melhores operadores independentemente da indústria;

- e) Interno: Quando as comparações são feitas entre departamentos / divisões da mesma empresa;
- f) Performance: É a comparação de medidas de desempenho com o objetivo de determinar como a empresa está em relação às demais;
- g) Processo: Métodos e processos são comparados, num esforço para melhorar o processo de nossa própria empresa.

Finalizada esta etapa é iniciada a coleta de dados. Nesta fase deve-se buscar transparência no processo. *Benchmarking* não é espionagem industrial. Nem toda informação deve ser disponibilizada. Apenas as informações que solicitadas e previamente acordadas entre as partes. A empresa ao identificar seu atual estágio e o estágio desejado inicia as mudanças observando a cultura da empresa e outras peculiaridades. Ao final é feita uma avaliação e novamente encontra-se um novo patamar a ser alcançado e trabalhado no momento oportuno para a empresa (ALCOBIA, 2013).

O Benchmarking pode ocorrer em diversos níveis e formas. Esta forma de atuação deu origem a uma classificação que possibilita compreender como a empresa irá atuar para conseguir os resultados almejados. Graças a este conceito de melhoria contínua. Fica perceptível que o *Benchmarking* não se trata de um processo estático e uma mudança promove, instiga mudanças em setores afins. Desta forma, o processo de *Benchmarking* fica mais bem representado na Figura 12 (BHUTTA 1999).

Figura 12 - Roda do Benchmarking



Fonte: Adaptado de Bhutta (1999)

O *Benchmarking* pode ser definido como acompanhar as melhores práticas de concorrentes ou não. Já o *Benchmark* é o referencial de excelência em algo, um marco a ser alcançado e superado com ética e respeitando o código de conduta (ALCOBIA, 2013).

A realização de um *Benchmarking* pressupõe a criação de uma parceria. Tal relacionamento deve ser pautado pela ética e suas ações devem seguir um código de conduta firmado entre as partes (TOMÉ, 2004). O *Benchmarking Ambiental* é a prática gerencial baseada no acesso compartilhado e democrático do conhecimento aplicado em ações de melhoria comprometidas com o desenvolvimento sustentável (MARCONDES *et al.*, 2007).

Sustentabilidade para Marcondes *et al.*, (2007) simplifica três conceitos de forma a mostrar a abrangência da sustentabilidade. Sustentabilidade é cuidar da água do rio, das matas ciliares, evitar a erosão e trabalhar para que nunca falte peixe no rio. Enquanto Responsabilidade Social seria apenas ensinar a pescar e Filantropia apenas dar o peixe a quem tem fome.

Estes conceitos exibem a importância de existir maturidade por parte das empresas no uso dos recursos naturais. Esta maturidade inclusive pode tornar a empresa sustentável no longo prazo visto que, empresas que se envolvem em problemas ambientais ou sociais acabam tomando grandes proporções e acabam por não serem bem aceitas pela sociedade. Marcondes *et al.*, (2007) enumera 30 maneiras “de ser bonzinho” com as pessoas e o meio-ambiente. Este conjunto de ações é denominado de *Business do bem* e exhibe modos de atender às pressões da legislação, da opinião pública e dos problemas globais (pobreza, degradação dos recursos naturais, corrupção, mudanças climática) e ainda assim ser lucrativa. Afirma ainda que a inovação seja a “prima-irmã” da sustentabilidade.

A inovação reúne recursos internos e externos a empresa, podendo surgir a partir da observação diária. O termo gestão trata-se do propósito de direcionar, organizar, coordenar todas as ações em todas as áreas. Do controle de processos incontroláveis ou sufocados por um gerenciamento mais intenso. A gestão tecnológica é uma gerência sistemática de todas as atividades no interior da empresa com relação à geração, aquisição, início da produção, aperfeiçoamento, assimilação e comercialização das tecnologias requeridas. Permite a melhoria contínua e sistemática da produtividade (NATUME, 2008).

3 METODOLOGIA

Para Gil (1994) o significado da pesquisa é que ela tenha como objetivo fundamental “descobrir respostas para problemas, através do emprego de procedimentos científicos”. Ainda segundo Gil (1994), as pesquisas podem ser classificadas quanto à sua natureza, à forma de abordagem do problema, quanto aos objetivos e por fim quanto aos procedimentos técnicos utilizados.

Quanto à natureza, a presente pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada, qualitativa de natureza exploratória em pesquisa de campo (GUERRINI; VERGNA, 2011). Pretende utilizar conceitos e ferramentas da engenharia de produção para propor a análise de um problema em um cenário real.

Em relação à forma de abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, pois o método se adequa ao objeto de estudo (GUNTHER, 2006). Desenvolve-se em uma situação natural, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada pelos cenários. A partir destes, percebe-se a aplicação da coordenação modular nos atores envolvidos.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois ela busca descrever as situações presenciadas pela pesquisadora e pelo grupo de pesquisa ao longo das visitas. Buscou-se sempre alinhar os conhecimentos percebidos e confrontá-los com a literatura acadêmica (MARCONI; LAKATOS, 2004).

Com relação aos procedimentos técnicos foi utilizada a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, observações em campo e entrevistas semiestruturadas.

Os temas foram escolhidos considerando a importância destes na promoção de resultados significativos no aspecto macrologístico e pela compreensão adequada ao nível que se pretende analisar. Por possibilitar conhecer os fatores que impactam atualmente no mercado e onde se deseja chegar observando as singularidades da realidade local.

Quanto à pesquisa documental, parte desta foi realizada no início do projeto e as demais ocorreram durante as visitas para elaboração de relatórios. A compilação dos dados das pesquisas passou por uma sistematização dos mesmos através de relatórios gerados ao longo das visitas.

Por diversas vezes, durante as visitas nos deparamos com a “Síndrome do palheiro no oceano de informações” descrito por Goldratt (1992). Devido a composição da equipe multidisciplinar (arquitetos, engenheiros civis e de produção), os debates se tornaram ricos e sempre em torno da seguinte discussão: “Como tornar possível a industrialização aberta e como a coordenação modular poderia contribuir com isto.”

Ainda seguindo o raciocínio de Goldratt (1992), este trabalho foi desenhado observando o modelo decisório da teoria das restrições. Foram elencadas as variáveis que afetam todo o sistema da cadeia produtiva. Diante das pressões da sociedade e da consciência da restrição do sistema meio-ambiente de recursos finitos propõe-se um novo modelo na cadeia da construção civil onde o meio-ambiente deve ser visto como elo mais fraco desta cadeia.

Para o desenvolvimento deste trabalho e de suas delimitações foram estabelecidos os seguintes pressupostos básicos:

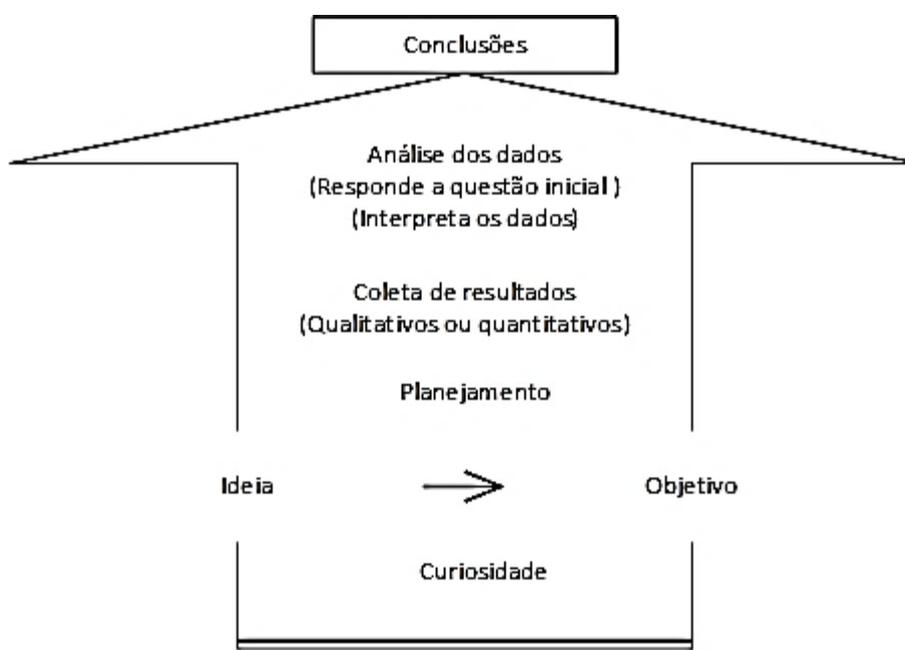
- a) A atuação da equipe no cenário pesquisado pode provocar mudanças nas empresas pesquisadas e até mesmo mudanças bruscas no perfil do mercado considerando a atual crise econômica e outras formas de regulação do mercado a qual se está sujeita;
- b) As observações se concentraram nos arquitetos, fornecedores e construtoras na fase de alvenaria devido aos objetivos do projeto SISMOD;
- c) Buscou-se durante as visitas realizar o maior número de observações relativas ao mapeamento da cadeia com vistas à industrialização aberta e a integração da cadeia para que as observações representassem de forma fidedigna a realidade local;
- d) Foi dada maior prioridade ao registro fotográfico em razão da riqueza de detalhes;
- e) Optou-se por não voltar aos locais onde foram realizadas as pesquisas por duas razões: amostra contaminada e custos logísticos. Após a visita eram prestados esclarecimentos e fornecido material explicativo;
- f) Os questionários aplicados fazem parte de uma pesquisa Nacional em andamento e sendo aproveitados neste projeto;
- g) Os resultados apresentados fazem parte dos relatórios das visitas realizadas e discussões em grupo quanto à validade das observações e repetição dos fatos.

Logo se torna claro a importância destes relatos na linha do tempo enquanto registro histórico do momento, tornado possível o apoio no cenário técnico cuja modelagem organizacional viabilize a tomada de decisão e possibilite uma maior integração na cadeia construtiva.

Volpato (2011) propõe um método lógico para redação científica para apoiar a construção de uma ciência sólida e estruturação adequada de um texto visando à ciência internacional, cuja principal característica é a inovação na redação científica que deve trazer justificativas lógicas do processo de fazer e comunicar a ciência. Visto que o veículo atual de conversação do cientista com a comunidade é a publicação de artigos.

A metodologia adotada nesta pesquisa foi a sugerida por Volpato em seu livro Método Lógico para a Redação Científica. O método propõe que a pesquisa deva começar através de uma curiosidade. A ideia deve possuir um objetivo e para alcançá-lo é feito um planejamento, seguido da coleta de dados e análise dos resultados e publicação das conclusões conforme exibe a Figura 13.

Figura 13 - Método lógico para Redação



Fonte: Volpato (2011)

O estudo baseia-se nos questionários do projeto SISMOD que foi aplicado em pesquisa Nacional. Paralelo a aplicação do questionário foram elaborados fluxos de produção e anotadas as percepções da equipe durante as visitas. Estas percepções foram convertidas em

relatórios. As anotações foram elaboradas de forma abrangente. A partir das informações coletadas *in loco* os relatórios passaram por uma releitura, foram compiladas e traduzidas para aspectos macro em conjunto com as observações sistematizadas dos questionários. Os questionários encontram-se nos anexos B, C e D.

As informações foram coletadas observando a fase de alvenaria. A proposta que se pretende elaborar deve ficar o mais abrangente possível de forma a se estender para outros elementos construtivos e assim contribuir para um melhor desempenho ambiental de toda a cadeia produtiva da construção civil.

Para a realização deste estudo foi feita uma caracterização dos grupos entrevistados, ou seja, municípios visitados e produtos fabricados. O estudo foi realizado em três etapas que estão sintetizadas (Figura 14):

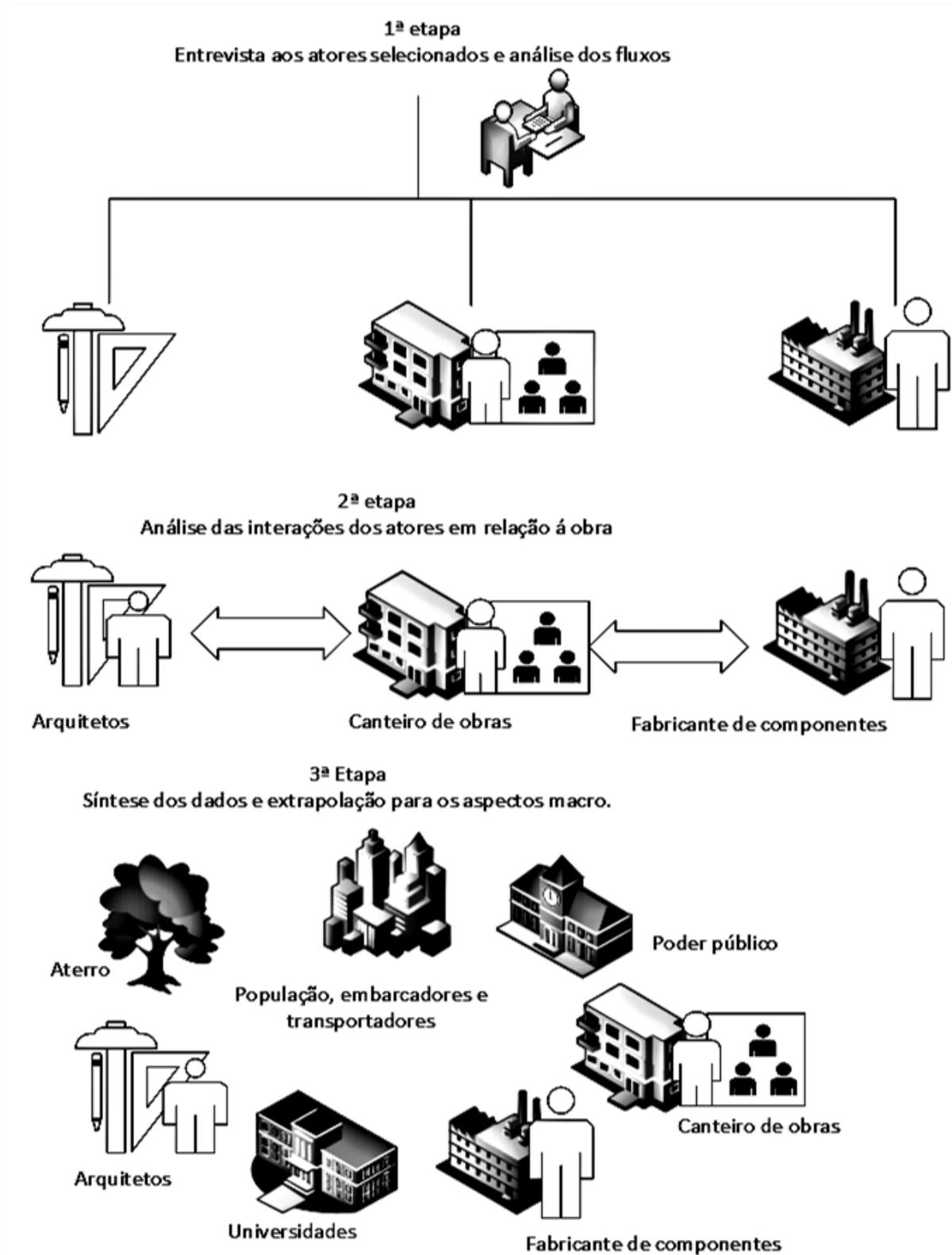
Na 1ª etapa: Entrevista aos atores selecionados e análise dos fluxos. 2ª etapa: Análise das interações dos atores em relação à obra. 3ª etapa: Apresentação dos resultados os atores de toda a cadeia (arquiteto, construtora, fabricante, poder público e população).

Na primeira etapa da pesquisa os atores foram observados de acordo com os pontos em que se espera atuar quando da implantação da integração e industrialização aberta, de livre concorrência. Na segunda etapa os dados foram analisados com uma visão sistêmica e discutiram-se as observações em campo junto aos Arquitetos, fabricantes e construtoras. Na terceira etapa, a partir das observações foram sugeridas ações para a efetiva integração da cadeia produtiva da construção civil.

A primeira etapa do estudo consiste na identificação de como tem sido a aceitação da norma de coordenação modular pelos arquitetos, fabricantes e construtoras. Para cumprir esta etapa foram aplicados três questionários semi estruturados para a coleta destes dados.

Os questionários possuíam dois tipos de perguntas: Perguntas genéricas para os três atores e específicas para cada ator. As perguntas genéricas buscavam identificar os conhecimentos, experiências relativas á coordenação modular, existência de material de apoio e as expectativas com a efetiva implantação da norma coordenação modular. As perguntas específicas estavam relacionadas ao modo como os atores os contribuem na cadeia produtiva.

Figura 14 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autora

Aos arquitetos foi questionado como se dava o processo de coordenação modular e sobre a existência de material de apoio às atividades de projeto. Aos fabricantes de componentes

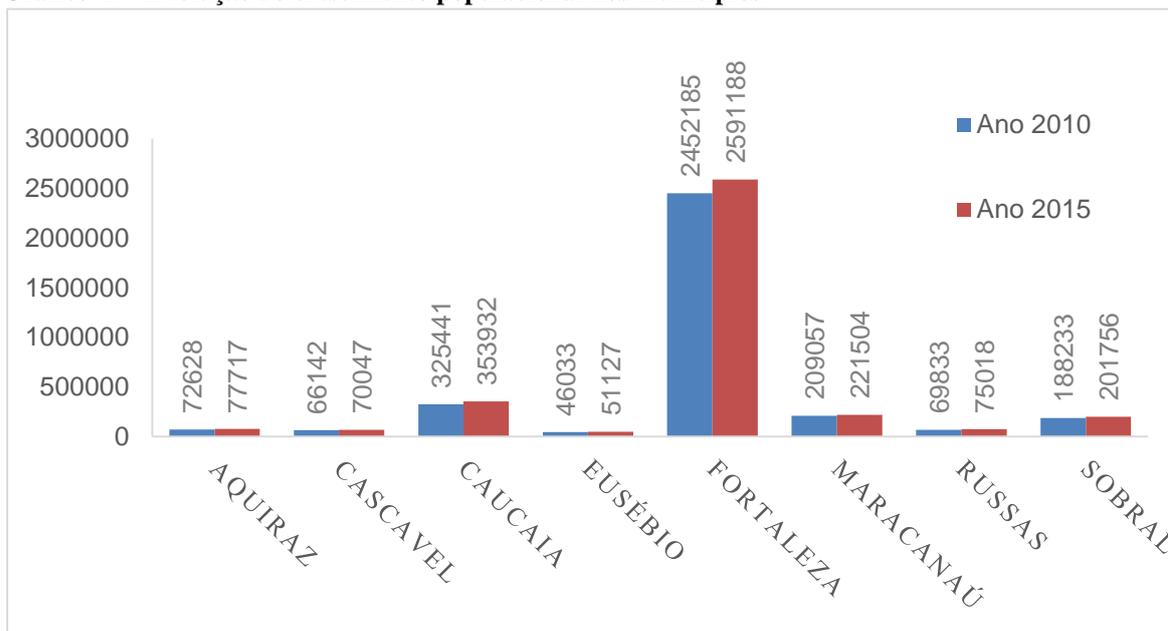
buscou-se identificar os produtos produzidos, o mercado consumidor, o processo de fabricação, o grau de adequação dos produtos à norma coordenação modular, aspectos logísticos, relação com fornecedores, estoques, transporte, qualidade e modularização. Foram visitados diversos fornecedores e desenhado o fluxo de produção das empresas fabricantes de alvenaria cerâmica e de concreto.

Uma vez reunidos estes dados, eles foram compilados. O conjunto destes dados foi organizado de duas formas. Foi avaliada a relação entre arquiteto e canteiro de obras quanto à coordenação modular através de uma análise SWOT. E as interações entre fabricante de componentes e canteiro de obras.

Em seguida faz-se uma extrapolação. Após a coleta de evidências de oportunidade de melhoria. Foram avaliados os fatores macro que interferem nas relações. Isto foi feito baseado no desenho dos fluxos produtivos das empresas visitadas, de observações realizadas em campo e da discussão com membros da equipe da visita e das interpretações de cada profissional, registrado em relatório específico e separado por atividade.

As atividades realizadas foram: revisão bibliográfica, pesquisa e seleção de atores para a entrevista, contato telefônico para agendamento das visitas, visitas técnicas, aplicação de questionário e realização de análise qualitativa.

Gráfico 1 - Evolução do crescimento populacional nos municípios



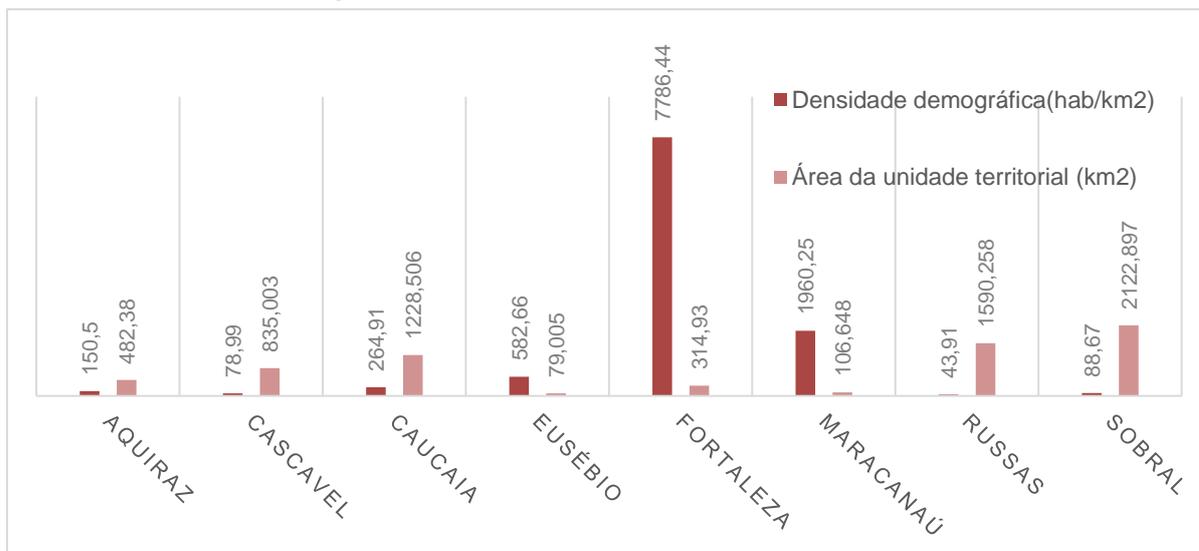
Fonte: Autora (A partir de dados obtidos no site do IBGE, censo do ano 2010 e estimativa para 2015)

As observações foram realizadas no período de novembro de 2013 a setembro de 2014 foram aplicadas 35 entrevistas. Sendo 8 aplicadas junto aos profissionais de arquitetura, 17 aplicadas nas fábricas de componentes e 10 aplicadas em obras que estivessem na fase de alvenaria. Parte das observações foi feita pela autora através de visitas *in loco*, as demais quando da compilação dos dados. Foram visitados os municípios de Aquiraz, Caucaia, Cascavel, Eusébio, Fortaleza, Maracanaú, Russas e Sobral.

Para efeito de contextualização segue alguns dados relativos à população dos municípios visitados. Os dados foram extraídos do site do IBGE e podem exibir valores diferentes para o ano de 2015, pois trata-se de estimativa do IBGE a partir de diversos estudos. Sendo estes os novos valores exibidos no site quando da revisão realizada pela autora.

Dentre os municípios pesquisados verifica-se em todos eles um aumento na população Gráfico 1. E exibe o quão relevante é o município de Fortaleza em relação aos demais no aspecto populacional. A evolução do crescimento dos municípios sugere cenários diferentes na mesma região. E indica que o município de Fortaleza pode não ser o destino favorito dentre os municípios pesquisados. A justificativa para a ausência de preferência pelo município de Fortaleza. Dentre os municípios pesquisados Fortaleza possui a maior densidade populacional. Chega a ser 7 vezes maior que o segundo maior valor dentre os municípios pesquisados. As diferenças continuam quando se compara as áreas das unidades territoriais. E é justificado ao observar que o município possui uma área territorial muito diminuta em relação aos demais municípios observados.

A observação deste conjunto de dados sugere que o município de Fortaleza possui grande dificuldade no aspecto de logística urbana. E que o mercado imobiliário provavelmente apenas está reorganizando a população no espaço não mais sendo alvo de movimento migratório Gráfico 2.

Gráfico 2 - Densidade demográfica e área da unidade territorial

Fonte: Autora (Elaborada a partir de consulta ao site do IBGE)

Desta forma a prioridade no município de Fortaleza está relacionada a melhorias na logística urbana. E as habitações a serem construídas deverão observar isto.

As visitas foram previamente agendadas por contato telefônico observando a disponibilidade das empresas. As empresas foram selecionadas através de pesquisa na internet, site e listas de empresas filiadas a sindicatos da construção civil e de associações de fabricantes.

Na amostragem buscou-se visitar os integrantes mais representativos por segmento. Dentre os arquitetos, escolheram-se escritórios responsáveis pela elaboração de projetos representativos para o município pelo porte dos projetos executados ou por serem bastante conceituados no setor. As construtoras foram selecionadas a partir de uma visitaram-se empresas filiadas a SINDUSCON, devido ao nível de certificação e alta adesão as boas práticas da construção civil. No entanto, somente foram visitadas aquelas que possuíam obras na fase de alvenaria.

Dentre os fabricantes de componentes foram visitadas fábricas de tijolo de alvenaria cerâmica e de concreto, também se visitou fabricantes de esquadrias de madeira e metálicas. Buscou-se visitar o maior número possível de empresas, respeitando o critério de agendamento de cada empresa e horários dos pesquisadores.

Foi feito um mapeamento das práticas do setor para que a academia e prática dialogassem de forma efetiva. Buscou-se identificar como tem sido a divulgação, aplicação e aceitações da norma coordenação modular pelos diversos atores envolvidos. Para fins de

compilação dos dados e delimitação da pesquisa foi registrado o fluxo apenas dos elementos construtivos, para evitar que as análises ficassem muito extensas.

Na avaliação dos fornecedores foi definido que a maior ênfase seria nas fábricas que produzem blocos cerâmicos e de concreto. Estes elementos construtivos fazem parte de uma etapa crítica no canteiro de obras: a alvenaria. Nesta fase é verificado grande desperdício e os elementos do projeto se interconectam. Esta interconexão é mais bem percebida quando se trata da abertura de vãos, tais como porta e janelas, bem como as instalações elétricas, hidráulicas, além do tipo de amarração que necessita ser feita para garantir a segurança da edificação.

O fluxo no canteiro de obras também foi objeto de estudo. Desde a fase de recebimento de materiais e transporte até o momento em que o tijolo é assentado no local pelo profissional. O conjunto destas observações foi sistematizado contemplando a bibliografia pesquisada, para avaliar como tem sido a implantação da norma de coordenação modular e os impactos desta na cadeia. Ao reduzir o desperdício de materiais contribui para um melhor desempenho ambiental e atendimento aos anseios da cadeia frente às restrições ambientais advindas da geração de resíduos. Apresenta os requisitos da cadeia, ou seja, instrumentos cuja presença em um sistema de gestão geralmente está associada a bons resultados logísticos e de gestão. Discute os entraves identificados na cadeia da construção civil, aponta de forma sintética os anseios, os objetivos, a forma como a cadeia deve se mover para atingir os objetivos, exhibe os atores e recursos que impactam na gestão da cadeia e descreve como cada ator influencia na gestão da cadeia. Ao reconhecer a responsabilidade de cada um é possível promover o diálogo entre os elos de forma a unificar os interesses e buscar um acordo mútuo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo é descrito os fluxos produtivos observados na Região Metropolitana de Fortaleza para a fase de alvenaria. A escolha desta fase deve-se ao fato de esta ser uma fase considerada crítica na integração dos diversos projetos e devido ao volume de resíduos gerado que impacta negativamente na gestão da cadeia. A integração de uma cadeia deve considerar todas as fases desde o projeto. Para que os elos funcionem integrados é necessário que os itens sejam intercambiáveis.

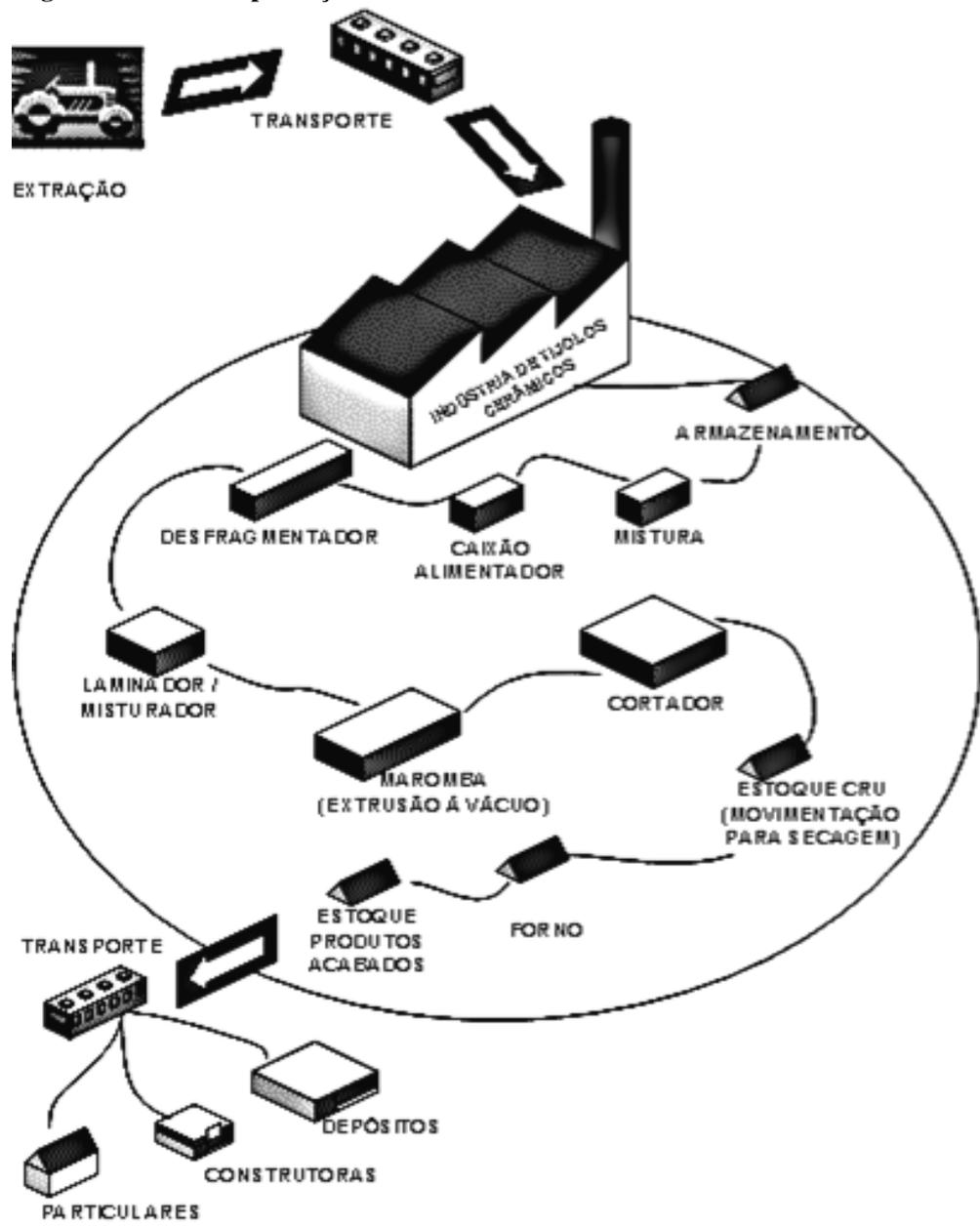
Intercambialidade é a possibilidade de utilizar um item, componente ou produto sem a necessidade de adaptação ou ajuste para satisfazer os requisitos necessários. Este conceito também se aplica a área de projetos. A informática evoluiu rapidamente e a área de projetos necessita adequar-se para assimilar o potencial desta ferramenta. A integração e compatibilização dos projetos dependem do desenvolvimento de rotinas padronizadas. Para solucionar este problema foi elaborado um manual denominado: Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos em CAD: Integração entre Projetista, Construtoras e Clientes, no qual constam as rotinas necessárias que permitem compatibilizar as diversas especialidades de projeto CAMBIAGHI (2002).

Uma vez que os itens são padronizados esta padronização segue para os fornecedores. Este capítulo observa as interferências percebidas que dificultam a sincronização em de alguns elos da cadeia produtiva da construção civil.

4.1 Fluxo de produção - Fábrica de blocos cerâmicos

A Figura 15 resume as fases que são descritas a seguir. A primeira fase do processo é denominada extração. Esta é realizada preferencialmente na vizinhança, em uma região de até 8 km, observando os processos da Superintendência Estadual do meio-ambiente (SEMACE) e Amigos do Meio Ambiente (AMA) e é feita observando o plano de manejo e a sazonalidade. Sob o aspecto logístico deve-se considerar que quanto mais distante o local de extração mais caro se torna o processo.

Figura 15 - Fluxo de produção no canteiro



Fonte: Elaborada pela autora

Quando existe comunidade próxima ao local de extração é necessário dispor de caminhão-pipa para água e reduzir a emissão de poeira para a comunidade. São observados os critérios do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) para obtenção do selo de qualidade. Um dos itens que segue a norma é a tolerância utilizada, que é de 3 mm (milímetros).

Da jazida saem o barro forte (mais plástico) e o fraco (mais arenoso) que são transportados e vão para o estoque a céu aberto da empresa. A denominação barro forte e fraco

é dada pelos fabricantes das olarias e é dito do barro virgem. Em alguns locais classifica-se ainda em barro vermelho, sujo e branco. A proporção a ser utilizada depende das propriedades obtidas no barro local para conferir melhor consistência, resistência ao calor e facilitar a manipulação (FERNANDES; CASTRO, 2010).

Figura 16 - Estoque de matéria-prima numa fábrica de tijolo cerâmico



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

A existência do estoque (Figura 16) deve-se ao fato de que quanto mais tempo o barro permanecer no estoque, melhor a qualidade do tijolo, pois o barro passa pelo processo de maturação. Também há estoque devido à sazonalidade. No período chuvoso o caminhão não consegue chegar à jazida, pois a estrada e os acessos tornam-se mais difíceis. Por tratar-se de um recurso finito é desejável que seja extraído e estocado de um local próximo. Do contrário, os custos para aquisição da matéria-prima de forma legalizada aumentam significativamente. Vale ressaltar a existência de fábricas ilegais que por agirem desta forma conseguem preços mais competitivos.

O barro fraco possui mais areia em sua composição. No momento do uso, são misturados na proporção de 02 conchas de barro forte para uma concha de barro fraco e adicionado água e colocado para maturar por 15 dias e também para empobrecer as raízes.

A extração das raízes é feita de forma manual e é necessário para evitar o entupimento das boquilhas. Boquilha é a fôrma pela qual o tijolo é extrudado.

Para verificar se a mistura possui a composição adequada é realizado teste com uma amostra no laboratório. Uma vez aprovada composição e proporção da mistura, esta segue para a linha de produção. Uma vez misturado, é feito o transporte para o caixão alimentador, na saída do caixão alimentador existe uma esteira e um funcionário retirando galhos secos. Após a

esteira tem-se um desfragmentador que possui facas rotativas, em seguida tem-se o laminador e o misturador.

Neste equipamento ocorre o fracionamento completo. As pedras que estão envolvidas pelo barro são quebradas. Devido ao uso intensivo, ocorre grande desgaste na ferramenta sendo necessário ser retificado semanalmente. Quando uma pedra força a máquina, esta danifica um calço de madeira que funciona como fusível na máquina. Em seguida tem-se a maromba que é uma máquina extrusora a vácuo. O tijolo sai aquecido e o corte do tijolo é feito e é impresso o lote ou data de fabricação, medida, telefone e CNPJ da empresa.

Em seguida o tijolo é transportado para o pátio onde deve permanecer por cerca de 5 dias onde fica até a completa secagem. Os tijolos que ficam expostos ao vento ou sujeitos a umidade apresentam fissuras e não são levados ao forno, pois já estão defeituosos.

A secagem pode ser natural havendo movimentação manual e vertical da pilha para que a secagem seja homogênea. No inverno esta movimentação não garante a mesma eficiência do processo. Por isto, neste período, a secagem é feita no secador com vento quente para evitar a formação de fissuras.

Algumas empresas realizam apenas o acompanhamento da produção diária, não fazendo o manejo na pilha de tijolos. Os tijolos da parte inferior da pilha são levados para a estufa, pois os tijolos que ficam na parte mais alta da pilha secam naturalmente. Após a secagem os tijolos são transportados para o forno. São considerados subprodutos os tijolos que ficam na base da pilha montada no forno e os tijolos quebrados.

O estoque de madeira para a caldeira é feito em consonância com a legislação ambiental vigente. As madeiras utilizadas no forno são: jurema, sabiá e marmeleiro. Eventualmente são utilizados poda de cajueiro e paletes danificados obtidos de empresas que realizam descarte em parceria com a empresa. A poda do cajueiro é permitida por tratar-se de uma espécie nativa encontrada com muita facilidade na região.

Entre os cuidados com o forno tem-se a manutenção que é a limpeza e desobstrução dos canais que foram entupidos durante a queima. O forno possui funcionamento ininterrupto e a queima ocorre no sentido horário, possuindo duas partes cujo funcionamento é alternado. O forno não funciona em sua capacidade máxima, pois enquanto em um lado ocorre a queima, no outro estará acontecendo a manutenção ou alimentação do forno.

O forno é alimentado com pilhas de tijolo cru e seco. A camada inferior apresenta espaçamento para garantir uma queima mais eficiente. Uma vez alimentado o forno ele é fechado com tijolo e barro. A lenha é inserida através de aberturas na lateral (se o combustível for lenha) ou pelo teto (se o combustível for serragem, lenha, restos de cascas de castanha de caju e outros).

O monitoramento da queima pode ser realizado através de inspeção visual ou ainda de forma automática. Neste segundo método, utiliza-se o pirômetro para acompanhar a variação na temperatura e também registros que são placas laterais que se assemelham a gavetas quando o combustível é a lenha. E possui a aparência de uma vareta grande para medição de óleo em veículos automotivos se o combustível do forno for serragem.

Quando alimentado com serragem a visualização da queima feita no forro do teto assemelha-se a lava de um vulcão passando por baixo dos tijolos devido ao sentido em que é forçada a circulação do calor.

Figura 17 - Boquilha no teto do forno



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

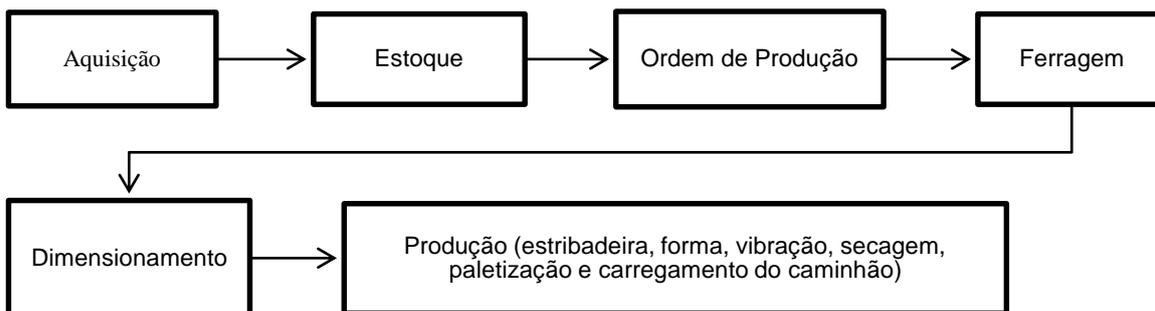
Nos fornos alimentados por lenha verificou-se duas formas construtivas: uma com tijolos furados e apontados para cima e outra com tijolos deitados e alimentação do calor feita por canais laterais. Em ambos os modelos verificou-se teto abaulado e a necessidade de vedação com blocos cerâmicos e barro durante a queima.

Todo o monitoramento da queima ocorre pela observação de boquilhas no teto do forno (Figura 17). Através destas é possível verificar através da cor da chama se o tijolo está queimando adequadamente. E inserir mais lenha monitorando a temperatura para esta não elevar-se rapidamente. Se isto vier a ocorrer, a pilha de tijolo pode vir a ceder e toda a produção que está na pilha é refugada.

4.2 Fluxo de produção - Fábrica de blocos de concreto

O fluxo de produção (Figura 18) varia bastante de acordo com o grau de automatização do processo e da quantidade a ser produzida. No entanto, generalizando pode-se compreender o fluxo desta forma.

Figura 18 - Fluxo de produção fábrica de bloco de concreto



Fonte: Autora

O perfil das fábricas de blocos de concreto é bem diverso. Do mesmo modo que se têm fornecedores especializados em blocos de concreto, com alta capacidade tecnológica têm-se também empresas que trabalham de forma bastante artesanais sendo os blocos apenas uma fração do mix de produtos da empresa. Uma das empresas visitadas em seu mix de produtos havia blocos de concreto, poste, manilha, combogós, viga, cerâmica feita com pó xadrez e argila, verga, contra verga, entre diversos outros produtos.

Em algumas empresas realizam ensaios de resistência de materiais em laboratórios externos. Outras seguem as normas de dosagem sendo uma produção um tanto quanto caseira. Estes fornecedores, no entanto atingem apenas uma pequena parcela do mercado sendo citado na amostragem apenas para registro e conhecimento dos pontos extremos do mercado. Este material não chega a ser adquirido por grandes construtoras. O público alvo é basicamente a comunidade que adquire para ampliar ou reformar suas residências, em geral sem orientação técnica.

Feito de forma artesanal ou industrializada o bloco é prensado e a secagem ocorre de forma natural. A diferença nos processos produtivos varia de acordo com o volume a ser produzido. Podendo a mistura ser feita de forma manual, dosada e inserida no processo automaticamente ou de forma contínua. Dentre as empresas visitadas não há nenhuma empresa

com o fluxo de produção contínuo. No entanto, o projeto da fábrica migrando para esta fase, já estava em andamento.

Nas fábricas de bloco de concreto o material é separado em pilhas. Quando inicia a produção essas pilhas são misturadas nas proporções adequadas, em seguida é adicionado água com aditivo para melhoria das propriedades de resistência mecânica. Essa mistura vai para o silo em seguida até chegar à forma onde é prensado e retirado da forma. No caso de empresas com maior grau de automatização tem-se a chamada usina. Neste caso os ingredientes são misturados na proporção adequada automaticamente, ou seja, a dosagem é automática nas proporções corretas.

A secagem ocorre em caixas podendo durar cerca de 24h. Em seguida os blocos são paletizados. Cada palete contém em torno de 120 blocos. Todos do mesmo tamanho. Os blocos são paletizados observando seu tamanho.

Os blocos de vedação são feitos de forma similar. A diferença reside na aplicação de aditivo para melhoria das propriedades de resistência mecânica, volume de cimento e tempo de secagem, que é menor, pois a secagem ocorre ao ar livre e não dentro de caixas. Os blocos de vedação possuem resistência menor, pois as paredes do bloco são mais estreitas.

Os paletes são adquiridos por valores que variam entre R\$1,00 e R\$1,20, então se o pedido exigir muitos paletes estes serão coletados em um momento posterior. Finalizada a venda é feito um acompanhamento no pós vendas. Os blocos defeituosos são coletados e substituídos por blocos novos. Sendo muito raro a ocorrência de alterações no processo produtivo.

Quando da paletização são selecionados os paletes cujo estado de conservação seja considerado adequado para o reaproveitamento. Um palete defeituoso pode vir a quebrar durante a movimentação e a pilha que estava sendo movimentada torna-se inadequada para o uso. Os paletes com blocos de concreto recebem uma camada plástica finalizando a Unitização. Os paletes são de tamanho único e seguem o padrão nacional. Sendo a paletização em geral uma iniciativa do fabricante e é bem aceita pelo mercado devido ao peso da carga e facilidade no descarregamento da mesma.

A paletização é percebida de forma diferente pelo construtor no interior e na capital. A aceitação somente não é questionada quando se trata de blocos de concreto devido ao peso.

Na capital a paletização, mesmo de tijolos cerâmicos já é aceito com ferramenta de apoio a logística no canteiro. Diferente do que ocorre no interior, onde o construtor prioriza a cubagem máxima do caminhão, pois acredita que o palete serve apenas para reduzir a quantidade de produto enviado. Não percebendo os ganhos na agilidade no transporte do material e também por não possuir equipamentos adequados.

O acabamento dos blocos agrega valor ao produto e isto é refletido no preço que os consumidores estão dispostos a pagar. Um bloco com boa apresentação reduz o gasto com material para realizar o acabamento, o reboco pode ter uma espessura menor se tornando mais barato para o cliente final. Em termos orçamentários o valor do metro quadrado na construção com tijolo aparente é mais caro, pois implica em uma melhor seleção dos componentes, maior zelo com a dimensão da junta para ficar um aspecto mais homogêneo e visualmente agradável é uma oportunidade de mercado para os fornecedores de blocos.

Dentre os fornecedores visitados haviam os que possuíam uma ampla capacidade de ajuste na produção para atender aos pedidos dos clientes, inclusive alterações dimensionais. A política de estoque não é bem definida. Em geral trabalha-se apenas com o estoque de segurança. Um dos fornecedores adotou como ponto de ressuprimento o limite de 5000 peças. Quanto à existência de laboratórios verificou-se o uso de laboratórios externos e avaliação semanal.

Uma estratégia de competição observada em um dos fornecedores é a da integração vertical, ou seja, o fornecedor também é construtor "nas horas vagas", ou seja, são contratados para a fábrica, profissionais que na obra realizam a função de ajudante. Desta forma, quando o mercado não apresenta demanda, a produção excedente é levada para um dos canteiros da empresa juntamente com a mão-de-obra.

4.3 Fluxo de produção – Canteiros de obras

A Figura 19 exhibe um fluxo genérico observado no canteiro. Essencialmente após o recebimento ocorre a estocagem até o momento que o material é solicitado para uso no pavimento em seguida ocorre o uso e o descarte do que não foi aproveitado no pavimento.

As observações realizadas nos canteiros visitados na Região Metropolitana de Fortaleza apresentaram, de forma condensada, as características descritas a seguir:

Figura 19 - Fluxo no canteiro



Fonte: Arquivo Fotográfico do SISMOD

a) Recebimento de materiais

O planejamento do recebimento de materiais é uma parte da logística que exige cuidados. Um bom *layout* e sincronia no recebimento de materiais são fatores-chave no sucesso de gestão de uma obra. As práticas relacionadas ao recebimento de materiais identificadas na Região Metropolitana de Fortaleza são:

- Alimentação de estoque antes do expediente normal: Os fornecedores realizam entrega antes do expediente normal;
- Ausência de *layout* no canteiro e planejamento do recebimento de materiais. Ocasionalmente atrasos nas entregas devido à necessidade de improviso no local de descarga de material, atrasos na alimentação do pavimento, risco aumentado de acidentes;
- Ausência de padrão predominante na gestão de compras e suprimentos na gestão da cadeia da construção civil;
- Depósito central: o material é entregue à medida que é solicitado. Setor de compras e armazenamento é centralizado. Justificou-se neste canteiro que devido à localização do empreendimento e condições de segurança optou-se por centralizar e trazer apenas quando solicitado;

- Estoque de um pavimento acima: A empresa opta por deixar um pavimento acima com todos os itens dispostos na posição que serão utilizados seguindo planta de inventário. Os profissionais só chegam ao pavimento depois de tudo providenciado;
- Negociação junto ao fornecedor para entrega de paletes menores do que o padrão ABNT: reduz o tempo de alimentação dos pavimentos em locais de difícil acesso, entrega de blocos com melhor acabamento para reduzir custos nas demais fases como emboço e reboco e por vezes é eliminada esta fase;
- Uso de almoxarifado local e entregas programadas de acordo com as necessidades.
- Uso de *layout* padrão para construção padrão: A empresa adota um *layout* aprovado previamente para outro canteiro sem maiores adaptações a realidade do novo canteiro.

Observou-se a dificuldade de receber o material devido à inexistência de um projeto de *layout* otimizado para cada fase da obra no qual houvesse previsão dos locais adequados para receber o volume solicitado e esperado.

O *layout* dos canteiros por vezes é projetado por uma empresa que pode inclusive ser de outro estado, por vezes conta apenas com o bom senso ou visão espacial, visto que em alguns momentos a chegada e o consumo de material fogem ao planejamento. Geralmente nos canteiros, o estoque é de um pavimento acima do que está sendo trabalhado. Enquanto se trabalha em um pavimento, o outro recebe as marcações e os quantitativos necessários e o pavimento fica sinalizado com as respectivas plantas de inventário e pilhas dispostas de acordo com o consumo previsto.

O transporte da fábrica até o canteiro é responsabilidade do fornecedor. Dentro do canteiro o transporte é responsabilidade da obra. Os transportes verticais e horizontais que ocorrem na obra podem ter controle total ou parcial das solicitações de materiais e das movimentações.

A maioria das obras conta com elevadores de carga e uso de algum grau de industrialização além de escritório local e acesso à internet. Há ainda a representação gráfica nas paredes do escritório de planejamentos, usando gráficos de Gantt, organogramas, linha de balanço, além de toda a documentação organizada necessária para atender a fiscalização.

Quanto à movimentação de materiais, foi observado o uso de equipamentos de movimentação (horizontal e vertical) para alimentação dos pavimentos e entregas programadas por janela de tempo. Os tijolos chegam ao canteiro em caminhões abertos ou tipo *munck*. Em algumas obras os tijolos chegam paletizados. Os caminhões tipo *munck* disputam espaço com a fiação e com os detalhes do prédio, uma sacada ou um portão, por exemplo (Figura 20).

Figura 20 - Caminhão descarregando próximo a fiação



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

O horário de entrega dos tijolos inicia a partir de 4 horas da manhã, pois o expediente inicia as 7:30h. Algumas obras limitavam a entrega até as 16horas, pois no final do expediente de trabalho não era viável receber material.

Os tijolos chegam à obra essencialmente de três formas:

- Não paletizado;
- Paletizado tamanho padrão (1,20m x 1,00m);
- Paletizado tamanho padrão coca-cola (0,60m x 0,60m) que permite a movimentação dentro dos pavimentos.

Figura 21 - Palete



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

Nas empresas que recebem o material paletizado, por vezes, o palete é desfeito e montado de acordo com as necessidades de pavimento. Os tijolos podem vir paletizados ou não, unitizados ou não. Quando o caminhão traz o palete padrão (1,20 x 1,00m) (Figura 21), o descarregamento é feito um a um. Quando traz paletes tipo "Coca-Cola", o descarregamento é feito em blocos de três paletes com o uso de cintas especiais denominadas *marine sling* (Figura 22).

Figura 22 - Marine Sling (Cinta especial)



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

Unitização ocorre quando diversos produtos são embalados e manuseados como uma carga única. Paletização ocorre quando os produtos são empilhados sobre um estrado, denominado palete, em geral de madeira para facilitar o transporte. Um produto pode estar ao mesmo tempo unitizado e paletizado (Figura 23). Quando não vem unitizado o transporte é realizado com o apoio de cintas especiais que envolvem o palete e a carga a ser transportada. A disposição dos tijolos no canteiro é uma restrição, pois é necessário compatibilizar o espaço com outros materiais que necessariamente serão entregues para toda a obra em único momento, como é o caso do revestimento de piso.

Figura 23- Estoque paletizado e unitizado



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

Uma vez no local, o tijolo se tiver vindo paletizado no padrão normal, será desfeito o palete e colocado em carrinhos *transpallet*. Algumas empresas adaptam o carrinho com barras laterais para evitar que o tijolo caia no pé do colaborador, ocasionando acidentes.

Quando o material é transportado em palete "coca-cola" (Figura 24), este é facilmente carregado e distribuído pelos pavimentos nas quantidades desejadas, exceto pelo tempo que o colaborador tem de aguardar a chegada do elevador para então levar ao pavimento.

Figura 24 – Carrinho *transpallet* e palete tipo coca-cola



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

A alimentação dos pavimentos é feita pelo elevador de carga (guincho cremalheira) e quanto maior o número de andares a serem construídos, maior é o gargalo na movimentação de materiais. Por isto, as empresas optam por receber material antes do expediente e sempre que possível. Convém ressaltar que nem todo material que chega ao pavimento é consumido. Por diversos motivos tem-se a geração de resíduos no pavimento que precisam ser removidos. A remoção de resíduos do pavimento também exige uma logística específica.

A logística nos canteiros de obra, de acordo com seus gestores, varia entre o nível médio (com maior frequência) seguido pelos níveis: alto e suficiente. O motivo que levou a implantação da logística está sempre relacionado com a redução de custos e a necessidade de aperfeiçoar os processos. Sendo por isto, uma tendência no mercado para as empresas manterem-se competitivas. Quantos aos conceitos de manufatura ágil a maioria das empresas afirma não utilizar nenhum dos tipos e também se tem o extremo que é o caso da empresa que tenta conciliar o maior número de técnicas de manufatura ágil.

b) estoques

Quanto aos estoques, estes existem e são considerados em geral como estoques de segurança. Alguns itens devem ser adquiridos de uma única vez ou em grandes quantidades, impactando negativamente na organização do layout do canteiro e ou almoxarifado cujo layout e necessidades irão variar de acordo com a fase em que a obra se encontra.

A necessidade de estoque dentro do canteiro visa facilitar a alimentação dos pavimentos antes do consumo. O profissional deve ter a disposição no local e nas quantidades certas, sendo necessário algumas vezes realizar a movimentação de componentes no final do expediente para que no dia seguinte o profissional já encontre o que necessita no local apropriado.

O planejamento de estoques é uma ferramenta que possibilita um grande apoio nesta gestão. O uso da curva ABC é essencial para a classificação dos itens e definição do manejo dos mesmos.

Estoques excessivos geram custos indesejados, bem como os transtornos causados pela falta de material em estoque. O setor de compras possui uma grande responsabilidade na medida em que é responsável pela alocação dos recursos de forma eficiente garantindo a efetividade do planejamento realizado para gestão adequada no armazém e na produção ao comprar de acordo com as necessidades e capacidades do setor em questão. São avaliados critérios como espaço, frequência de recebimento e importância do item no estoque.

c) Fase de alvenaria

Foi verificado que não existe uma sequência padrão para a realização do assentamento dos blocos e até mesmo na amarração das paredes. Critérios como segurança e material a disposição são os fatores que definem a ordem de colocação dos tijolos até mesmo na marcação. Por vezes o projeto não está à disposição do profissional que executa. Este recebe do encarregado ou tem como suporte à memória ou algum símbolo feito pela equipe de marcação na alvenaria. É um esforço contínuo em obras com muitos detalhes a capacidade do profissional memorizar o que e quando deve ser feito. Por vezes as atividades são realizadas por duplas. Estes atuam da extremidade do vão para o centro, quando o vão é grande. A produtividade no canteiro é um fator importante de avaliação nas empresas que através de

observações aguardam obter um valor mínimo de produtividade e colocam como meta um patamar a ser alcançado.

A fase de alvenaria foi identificada pelos respondentes como a fase onde ocorre a maior geração de resíduos. Este resíduo seria gerado principalmente na passagem de dutos, vão de esquadrias e amarração. Para evitar cortes nos blocos algumas empresas optam por embutir os dutos ainda durante o assentamento dos tijolos, outras preferem realizar o corte na alvenaria.

Figura 25 - Alvenaria embutida



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

Quando o eletroduto é embutido (Figura 25) a paginação é realizada a partir do eletroduto. Por vezes acontece de ocorrer corte de blocos tanto para o lado direito quanto para o esquerdo para garantir que o canal do eletroduto esteja desobstruído e a instalação fique no local projetado. Nestes casos a central de corte é acionada com bastante frequência e com maior frequência os profissionais ficam sem atividade aguardando massa ou bloco com as dimensões esperadas. Foi observado maior zelo, aumento da frequência de medição e verificação de prumo por partes dos profissionais responsáveis pela elevação da alvenaria.

No entanto, há casos em que a alvenaria é feita e ao final realizam-se rasgos para receber os eletrodutos.

Figura 26 - Alvenaria com rasgo para receber a instalação



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

A limpeza da obra e a chegada de material são atividades que ocupam mão de obra e elevadores prejudicando o andamento da obra.

Figura 27 - Tijolo não conforme



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

No pavimento chegam os tijolos inteiros, por vezes chegam alguns deformados, tortos, quebrados ou trincados, cuja origem das falhas pode ter sido ainda na fábrica, no transporte até o canteiro de obras ou ainda dentro do canteiro de obras. Os defeitos considerados mais recorrentes nos canteiros são aqueles relacionados às dimensões ou a planeza das faces, sendo este defeito o mais recorrente nas observações (Figura 27).

Estes tijolos inadequados que chegam ao pavimento não são assentados, são separados e dependendo da empresa são devolvidos ao fornecedor para serem trocados por tijolos em bom estado. Tijolos inadequados geram entulho que precisa ser removidos do pavimento, alterando a contagem de itens a serem assentados.

Outros fatores geradores de entulho são: a medida não múltipla de 10 cm e as paredes decorativas com detalhes arredondados. Para apoiar a adaptação dos elementos construtivos na obra, muitas vezes recorre-se a chamada central de corte.

A central de corte é o local onde os tijolos são fracionados sob encomenda do profissional que está assentando o bloco. O profissional mede e desenha à medida que será necessária para assentar o tijolo, o auxiliar leva a amostra para a central verifica e disponibilidade do item e aguarda atendimento da solicitação.

A central de corte existe para reduzir a poeira e o barulho no pavimento devido ao corte de blocos, evita a manipulação de makita no pavimento e quando usada adequadamente facilita a alimentação do pavimento e a apoia fortemente a produção quando bem planejada e empregada.

O uso da máquina policorte na central de corte evita acidentes com a makita. O disco de corte presente na makita é desprotegido e aumenta o risco de mutilação dos dedos, evita gasto com disco de corte que é um equipamento inadequado para rotina intensiva de corte. No entanto, a central de corte em geral fica distante e o profissional tem suas atividades suspensas aguardando a chegada do tijolo adequado a necessidade do fechamento do vão.

A localização da central de corte é feita observando os impactos que esta gera. Deve ficar distante para evitar poeira e barulho para o pavimento, o que implicaria em um maior uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e um maior nível de estresse dos trabalhadores. Ao mesmo tempo em que tem de ficar próximo do maior número possível de profissionais que serão atendidos para evitar fadiga e riscos ergonômicos. Por isto, normalmente a central de corte fica em um pavimento diferente do que está sendo trabalhado ou ainda de difícil acesso causando fadiga aos auxiliares que fazem o carregamento manual dos blocos em percursos que muitas vezes são de difícil acesso, tais como: escadas ou terrenos arenosos. Todos estes fatores afetam bastante o ritmo da obra e o uso da coordenação modular poderia mitigar estes efeitos na obra.

A implantação de um sistema integrador potencializaria os benefícios da coordenação modular. Para que esta integração seja estendida até o canteiro de obras se faz necessário prever as rotinas na obra para que a solicitação junto ao fornecedor seja adequada à realidade do canteiro. Desta forma o fornecedor consegue oferecer um serviço que agrega valor ao cliente. Diversos ajustes são necessários desde o nivelamento do piso. A seleção de materiais também pode impactar na nivelação do piso. Por exemplo, quando se usa a argamassa pronta a primeira fiada é feita com a argamassa comum para só então seguir com a argamassa pronta.

O uso de argamassa pronta é uma inovação que vem sendo adotada cada vez mais nas construtoras (FRANCELINO ET AL. 2006).

Quanto ao nivelamento do piso foi observado na Região Metropolitana de Fortaleza que este é feito com tijolo branco, outros com a própria argamassa. A primeira fiada é feita pela equipe de marcação, que observa o nível, as dimensões e a localização dos vãos. As demais fiadas são feitas pela equipe de elevação, cuja prioridade é garantir a passagem de dutos e abertura de vãos decorrentes das aberturas de janelas e portas. Os banheiros, em geral, nas suas primeiras fiadas levam tijolos mais estreitos ou ainda é feito com gesso até uma altura em média de 30 cm. A partir desta altura é utilizado tijolo convencional. O vão desnivelado é preenchido pela manta possibilitando a impermeabilização do vão que será uma área úmida.

A integração das atividades no canteiro depende também da realização de um ajuste fino de todas as atividades. Em um canteiro de obras os recursos são finitos e concorrentes entre si. Não se dispõe de muito espaço. Os materiais a serem consumidos, em processo de consumo e os resíduos gerados precisam ser alocados, os profissionais adequados para aquela fase, precisam ser contratados e demitidos no momento certo.

Os equipamentos de segurança adequados ao risco para proteção coletiva e individual devem estar disponíveis no momento certo. Alguns equipamentos precisam ser locados, entrar e sair do canteiro. A organização do canteiro deve prever a movimentação destes equipamentos. A mão-de-obra necessita ser treinada.

A logística de subida do material se torna tão complexa à medida que aumenta o número de pavimentos que os coletores de resíduos por vezes são vistos como essenciais no aumento da produtividade e da segurança no pavimento. “- A equipe fica disponível para montar equipamentos de segurança e o elevador para alimentar os demais pavimentos com diversos insumos.” Afirma o encarregado.

Verificou-se em um único canteiro a aplicação da coordenação modular nos projetos de paginação, uso de conceitos de construção enxuta. Este canteiro apresentou-se nitidamente mais limpo do que os demais canteiros visitados devido ao entendimento do conceito de *Lean Construction*.

Os blocos em sua maioria eram usados em alvenaria de vedação sendo apenas uma das obras visitadas que utiliza a alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. A frequência da

coleta variava bastante de um canteiro a outro. Em alguns o volume desperdiçado era uma preocupação constante entre os encarregados que atribuíam a fragilidade dos tijolos a má qualidade do produto fornecido. Observou-se que a modulação não era seguida. Ora por ineficiências quando da realização da marcação e da definição do nível do piso, ora devido ao uso de argamassa pronta que torna a junta mais fina que o previsto na norma de coordenação modular. Verificou-se o uso de movimentação por gravidade, vertical e horizontal mecânica. Na movimentação por gravidade era realizada a retirada do entulho do pavimento diretamente para um contêiner instalado logo abaixo do ponto de recepção do entulho.

Por vezes não existia o projeto de inventário e o escritório por não conhecer o modo como ocorre o uso do material em campo possui bastante dificuldade em elaborá-lo. O projeto de inventário é um instrumento que orienta a disposição dos elementos no pavimento levando em consideração uma distância ótima para execução de forma a reduzir o esforço humano e observando a capacidade de carga do pavimento. Uma planta de inventário bem elaborada considera a sequência em que as atividades serão realizadas. Em muitas obras a falta de sincronia entre a equipe de escritório (equipe que elaborou o projeto) e a equipe gestora do canteiro inviabilizava a elaboração do inventário exatamente por não conseguir propor um bom layout e sequenciamento das atividades. Um bom inventário exige conhecimento da forma que a equipe trabalha. Foram constatados diversos níveis de integração entre estas equipes. Em um dos canteiros havia software específico onde todas as informações estavam disponíveis, mas a efetiva sincronização ainda não era realidade.

O uso do inventário poderia apoiar a correta distribuição dos elementos construtivos no pavimento antes da chegada da equipe de elevação de alvenaria ao pavimento.

A aplicação de paginação não ocorreu nos canteiros visitados. A distribuição dos paletes com tijolos é feita observando apenas a marcação, não havendo o projeto formal e quando este existia, muitas vezes não chegava a ser aplicado, pois não era entregue na fase adequada a execução da obra. Algumas empresas possuem conhecimento logístico bastante desenvolvido enquanto em outras ainda é bastante primário ou intuitivo.

A comunicação dentro do canteiro em geral é feita por rádio, que fica com o guincheiro e o encarregado, podem ainda ser utilizados celulares para este fim, no caso de alguma urgência na comunicação. O contato com o escritório central pode ser realizado por

telefone, e-mail ou via plataforma de gerenciamento de arquivos com diversos níveis de acesso podendo os envolvidos no processo sugerir alterações nos arquivos principais.

Em um canteiro, como parte da metodologia do projeto SISMOD, a mão-de-obra também foi treinada e acompanhada por um período de doze semanas, sendo metade das visitas antes e as demais observações após o treinamento. Foram sugeridas modificações na forma de executar o trabalho. O calculista foi consultado e com a anuência do mestre de obras foi definido quais medidas seriam adotadas de forma a garantir a continuidade do controle efetivo da segurança, produtividade e facilidade de fiscalização da obra após a efetiva implantação. Os profissionais observados, de forma geral aceitaram muito bem o treinamento e sentiram-se valorizados e isto foi refletido no aumento da produtividade.

Para que a qualidade e a produtividade sejam garantidas na obra é necessário que a empresa trabalhe com antecedência através de uma administração integradora que planeja, controla, organiza e coordena as atividades e processos envolvidos (RIBEIRO, 2006). Quanto à qualidade, as empresas acreditam que a certificação é importante dentre as empresas visitadas todas possuíam a certificação em Gestão da Qualidade (ISO 9001), no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e algumas estavam buscando a certificação em Gestão Ambiental (ISO 14001).

No município de Fortaleza, dentre as construtoras visitadas verificou-se que as mesmas realizam avaliação de fornecedores. Algumas o fazem aplicando todas as formalidades, outras o fazem informalmente. O resultado da avaliação pode implicar na renovação ou não dos pedidos junto ao fornecedor. Destacando assim o reconhecimento por parte das empresas quanto ao desempenho do fornecedor.

Quanto ao desenvolvimento de fornecedores foi evidenciada a existência de fornecedores que atuam inclusive realizando treinamento da mão-de-obra nos canteiros onde o material é fornecido, programação da entrega de material, serviços como a paletização em paletes fora do padrão. Recursos tecnológicos que minimizam as movimentações ou custos nos canteiros são bem vindos, ainda que o custo de aquisição esteja um pouco acima da média do mercado.

Existem diversos graus de parceria e cada empresa possui uma política diferente de estoque e formas diferentes de negociar com o fornecedor. Os fornecedores em geral são

avaliados pelo canteiro de obra, o resultado desta avaliação é repassado ao setor de compras, que muitas vezes tem a designação de setor responsável pela logística da obra. Quando o fornecedor possui histórico de reclamações recorrentes é feita a substituição do mesmo. Caso contrário, a parceria é renovada a cada pedido. É realizado um contrato inicial global e definidas as datas de acordo com a necessidade da obra.

Convém ressaltar que na construção civil o uso intensivo da mão de obra torna muito estreita a relação entre qualidade e nível de capacitação dos profissionais. A mão de obra no canteiro, em sua maioria, é constituída de profissionais que são treinados com certa frequência. Não raro ocorrem reuniões durante o expediente ou no horário de almoço. A mão de obra recebe treinamento essencialmente teórico. Os recursos mais comumente utilizados são: vídeos e cartilhas. Sendo o treinamento com o apoio de cartilha mais frequente quando considerado o uso de recursos visuais. Há ainda a utilização de Instruções de Trabalho, para padronizar as etapas de cada atividade.

São exemplos de temas abordados nos treinamentos: segurança, limpeza nos canteiros (tanto para melhorar o fluxo quanto para receber as auditorias), qualidade, redução do desperdício através do controle das juntas e treinamento dos fornecedores no uso do material. O uso de informações visuais (cartazes e informativos) é bastante comum e eficiente. Isto fica evidenciado na observação feita pelo engenheiro entrevistado durante a visita quando questionado sobre a dificuldade de treinar mão-de-obra no uso da coordenação modular. " - Primeiro na parede, depois no coração, chegou ao coração não sai mais. Ele sabe que é bom, reduz esforço, aumenta a produtividade, a qualidade e as chances de se manter no emprego."

No entanto, foi enfatizado que a existência de treinamento não dispensa a fiscalização durante a execução da alvenaria para garantir a qualidade e evitar retrabalhos que são sinônimos de desperdício de recursos humanos, materiais, falhas no planejamento de material, cronograma, orçamento e redução da produtividade planejada. Os profissionais devem ser orientados quanto às limitações de cada novo material e a fiscalização deve estar atenta a isto também. Um exemplo citado foi: O número de fiadas que podem ser assentadas em um dia irá depender do tipo de argamassa utilizada. A argamassa comum permite até 8 fiadas, já a argamassa pronta no máximo 3 fiadas. A desobediência a este critério técnico implica em paredes sujeitas a queda pela força do vento durante a secagem, gerando desperdício de material e risco de acidente.

A fiscalização criteriosa é essencial para evitar a ocorrência de acidentes e a rápida alocação da equipe quando da finalização de um vão. Com isto o tempo de cura é respeitado aumentando a segurança na obra.

d) destinação final

Uma boa gestão logística não é um fato isolado. Ao implantar qualquer tipo de sistema de gestão é necessário que os atores envolvidos no processo participem ativamente do processo de implantação. A gestão dos resíduos é um fato facilmente observado em um canteiro e pouco compreendido quanto ao aspecto da gestão ambiental. A gestão de resíduos ocorre de forma diferenciada de acordo com o porte da obra. Em obras com mais de 14 pavimentos, resíduos de blocos de concreto ou cerâmico de vedação, são transportados até o coletor mais próximo deixando o pavimento limpo. A queixa que mais frequente é a fragilidade e irregularidade dos blocos que chegam quebrados no pavimento devido ao excesso de manipulação a que são submetidos para chegar ao pavimento. As reclamações concentram-se na escolha do fornecedor de tijolos. Algumas empresas adquirem os tijolos por um custo maior que o de mercado para adquirirem tijolos paletizados em paletes tipo coca cola. Outras adquirem os tijolos em palete padronizados. O palete padrão não permite a movimentação dentro do pavimento então ao chegar ao canteiro o palete é desfeito e os blocos são colocados nos carrinhos tipo coca cola e são descarregados no pavimento até o momento da aplicação na alvenaria. O material que não foi consumido é coletado e removido do pavimento. Os ajudantes são orientados a quebrar o tijolo que não será utilizado para que não obstrua os coletores propositadamente estreitos em obediência a legislação vigente que obriga o gerador a fornecer o resíduo fracionado e classificado (Figura 28).

Figura 28 - Remoção do resíduo no pavimento



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

Coletores estreitos, tijolos quebrados amontoados aguardando transporte até o coletor e caminhões realizando a coleta de contêineres periodicamente fazem parte da paisagem diária da obra (Figura 29).

Figura 29 – Contêineres no caminhão tipo *Munck*



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

O impacto do uso dos coletores de resíduos varia de acordo com o porte da obra e tipo construtivo. Em uma obra com alvenaria cerâmica estrutural verificou-se queixa quanto ao dimensionamento dos coletores. Atrasos e redução da produtividade, pois o auxiliar dos pedreiros tem de quebrar o tijolo antes de colocar no coletor aumentando o esforço e o grau de sujeira em alguns pontos do pavimento.

Por outro lado, em obras verticais de grande número de pavimentos os coletores são tidos como grande apoio a produtividade por facilitar o rápido escoamento de resíduos sem interferir no uso de elevadores frequentemente congestionado com o trânsito de materiais e pessoas que se agravam a cada pavimento construído (Figura 30).

Figura 30 - Vista do fosso que irá receber o coletor



Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

Nas obras com mais do que 14 pavimentos, os coletores de resíduos (Figura 31) tornam-se uma estratégia logística do canteiro e libera o elevador para o transporte das equipes e dos insumos a serem consumidos em cada pavimento.

Figura 31 - Coletor de resíduos

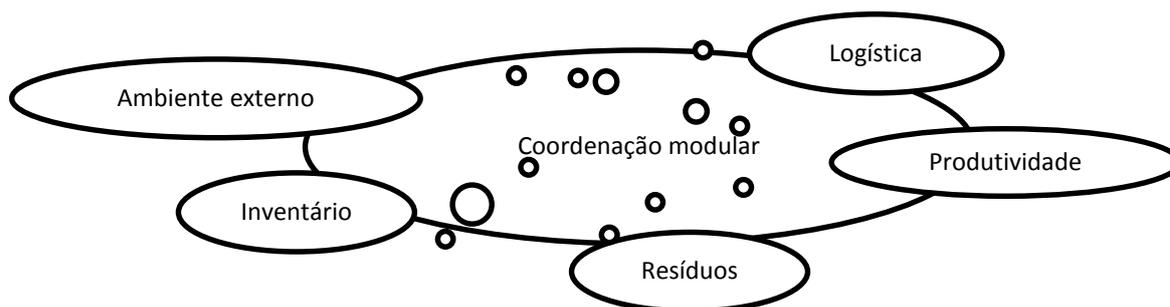


Fonte: Arquivo fotográfico do SISMOD

As visitas aos canteiros possibilitaram observar que o volume de entulho varia bastante de acordo com a técnica construtiva utilizada, o tipo de material, o fornecedor dos blocos (cerâmicos ou de concreto) e também principalmente devido às características dos projetos. Projetos cujas medidas não obedeciam à coordenação modular ou possuíam muitos detalhes geométricos apresentavam grande número de resíduos e por vezes impactava na segurança da obra, pois dificultava a movimentação e mais pessoal era deslocado para a realização periódica da limpeza do canteiro.

4.4 Impactos na Aplicação da coordenação modular

Figura 32 - Impactos na implantação da coordenação modular



Fonte: Autora

Quanto às técnicas construtivas, dentre as obras visitadas não foi verificado o uso de material construtivo diferente de alvenaria de concreto ou bloco cerâmico na fase de alvenaria. Durante as visitas foram observados diversos aspectos que podem vir a influenciar de forma positiva ou negativa na implantação da coordenação modular.

Quanto aos blocos verificou-se a aplicação de blocos cerâmicos ou de concreto (estrutural ou de vedação). Algumas obras utilizam apenas blocos de concreto, outras fazem o uso misto de tijolo cerâmico ou de concreto e por vezes gesso em um mesmo pavimento. Em apenas uma obra foi observado o uso de combogós de concreto, sendo esta uma obra de porte comercial.

Quanto à dimensão, dentre os blocos mais utilizados podemos citar: os blocos cerâmicos: 9 cm x 19 cm x 19 cm, 7 cm x 19 cm x 19 cm e 4 cm x 19 cm x 19 cm (nos banheiros, nas primeiras fiadas até a altura de aplicação da manta) e nas demais fiadas, blocos de concreto 14 cm x 19 cm x 29 cm e 9 cm x 19 cm x 29 cm. As dimensões fora do padrão não são fornecidas pelo fabricante. Os blocos com as medidas necessárias são feitas em um local próprio na obra denominado central de corte.

Em um nível mais avançado de integração da cadeia estima-se que o canteiro saberá prever exatamente a sequência em que utilizará o material. E mais do que isto, espera-se que o fornecedor tenha condições de preparar o palete na sequência que será utilizada na obra. Quando da realização do projeto pode-se prever a amarração das paredes e estimar exatamente a composição de cada parede quanto ao número de blocos e a quantidade prevista de argamassa. A esse detalhamento é dado o nome de paginação. Na maioria dos canteiros não havia o projeto de paginação, a alimentação dos pavimentos se dava de forma intuitiva. As sobras ou as faltas de tijolos eram compensadas ao longo do tempo.

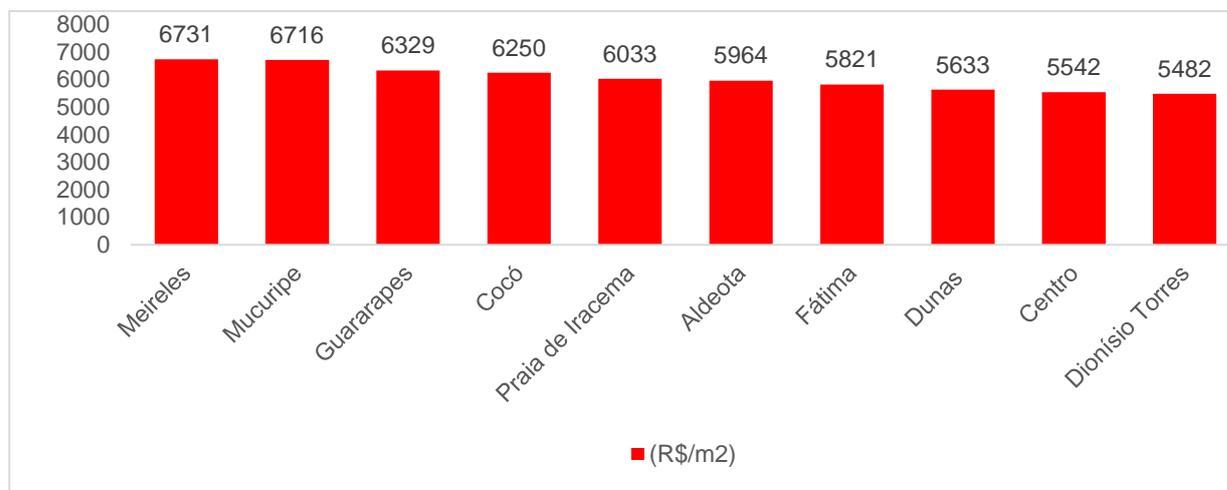
Em outros canteiros, o projeto de paginação não estava disponível para a equipe em tempo hábil. O canteiro e a obra não estavam sincronizados muito menos a chegada e/ou a movimentação de material e de recursos.

Um fator que comumente afeta a aplicação do projeto de paginação é a chegada e montagem de equipamentos de segurança. Havendo ou não projeto de paginação, caso exista atrasos na entrega de material de segurança, a obra irá continuar observando os locais onde é possível trabalhar com segurança enquanto a instalação dos equipamentos de segurança é feita ou ainda enquanto chegam ou são montados. Em geral a distribuição dos tijolos pelos pavimentos era feita de forma intuitiva, sendo os excessos ou as faltas cobertos ao longo do processo construtivo. Como consequência disto, as plantas de inventário não existiam ou não eram seguidas.

A coordenação modular propõe uma redução na *GAP* de comunicação entre a cadeia da construção civil e as demais cadeias. Propõe melhorias nas relações de fornecimento através da padronização. Entretanto, a padronização nem sempre é bem vista durante a fase de projetos. Principalmente por aqueles que estão dispostos a pagar mais para obter um projeto e uma arquitetura diferenciada entre outros motivos. Nas entrevistas realizadas junto aos arquitetos verificou-se bastante resistência a coordenação modular, sendo esta considerada um fator impeditivo a capacidade criativa dos arquitetos.

Os arquitetos questionam a quantidade de normas a que tem de se submeter para entregar um projeto adequado aos critérios da prefeitura quanto ao uso do solo e recuos que são conflitantes com os requisitos dos donos das construtoras e dos clientes. O apartamento é vendido e avaliado pela metragem. O Relatório de Dados do Mercado Imobiliário (DMI) elaborado pelo Portal Imobiliário Viva Real e indica que no ano de 2014 o valor médio do metro quadrado chegou R\$6,731,00 no bairro Meireles (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Os dez bairros mais caros de Fortaleza (R\$/m²)



Fonte: Extraído do Relatório de Dados do Mercado Imobiliário 2014.

Ainda de acordo com este relatório 58% da demanda por imóvel é para imóveis entre 51 a 100m² (Gráfico 4). Cada centímetro é contabilizado e isto se torna mais crítico nas áreas nobres, pois os clientes estão dispostos a pagar por algo totalmente personalizado. O nível de personalização no padrão de luxo gerou uma construção denominada "entregue no osso". Nesta construção a construtora concebe apenas a estrutura do prédio e as áreas externas e comuns. Todo o resto é feito pelo proprietário. O apartamento é entregue sem paredes internas ou instalações.

Gráfico 4 - Demanda e oferta por metragem - Venda – 2014



Fonte: Extraído do Relatório de Dados do Mercado Imobiliário 2014.

A relação conflituosa entre arquitetos e construtoras quanto à aplicação da norma de coordenação modular motivaram a análise SWOT. Na análise do ambiente interno é possível identificar os pontos fortes e fracos. Esta informação possibilitará determinar os objetivos e as estratégias. Permite conhecer onde se está e planejar aonde se quer chegar. A Análise SWOT deve ser curta, simples e aplicada em relação aos concorrentes observando os melhores e piores fatores entre a empresa avaliada e a concorrente. Devido a estes fatores na maioria das vezes a Análise SWOT é subjetiva e flexível, pois propõe um diálogo entre os tomadores de decisão e em geral é utilizado na fase de diagnóstico na elaboração do planejamento estratégico.

As análises SWOT a seguir apresentam as percepções de cada ator em relação ao ambiente interno e externo. Exibe os pontos nos quais há concordância e divergência no posicionamento e as respectivas justificativas.

Os arquitetos afirmam que seguiriam a norma de coordenação modular se esta fosse um recurso para burlar as normas vigentes que exigem recuos ou caso seja uma exigência do cliente. Usualmente apenas obras públicas solicitam o uso de coordenação modular.

De acordo com os arquitetos a coordenação modular somente é adequada para casas populares, pois estas exigem grande repetitividade. As informações foram organizadas para buscar compreender como se dá esta relação conflituosa que gerava uma externalidade desagradável sob o ponto de vista ambiental. A industrialização aberta e a redução do consumo de insumos em toda a cadeia ficam prejudicadas sem a coordenação modular. A análise exibe que os atores estão sujeitos as mesmas oportunidades e encontram junto ao mercado ao mesma resistência para aplicação da norma.

Observa-se também que uma vez aplicado atendendo aos requisitos do cliente as vantagens se estendem por toda a cadeia.

Análise SWOT a partir das entrevistas aplicadas aos Arquitetos apresentou:

- a) vantagens: aplicação da norma de coordenação modular ao longo da carreira já existe. No entanto, somente é aplicada quando solicitada pelo cliente (atendimento a requisito para obtenção de crédito junto a instituição financiadora); agilidade na elaboração de memoriais, pois simplifica o detalhamento do projeto;
- b) desvantagens: desconhecimento ou não utilização da norma referente a coordenação modular na elaboração dos projetos quando não exigido pelo cliente mesmo sabendo aplicar por vezes optam por não aplicar;
- c) ameaças: liberdade de projeto, clientes percebem valor de projetos exclusivos. A modulação, por padronizar os itens, tornam esta demanda apenas em obras cujo público alvo possui baixo poder aquisitivo;
- d) oportunidades: identificar uma tipologia que favoreça o uso da coordenação modular e as etapas críticas no canteiro de obras; expectativa de valorização dos profissionais que utilizam a norma de coordenação modular para atender ao cliente que assim o desejar; melhoria da comunicação entre profissionais da área, pois incentiva a aplicação dos conceitos de BIM e proporciona empreendimentos com melhor qualidade construtiva e maior facilidade de manutenção e gestão.

A Análise SWOT elaborada a partir das entrevistas aplicadas aos Gerente de obra, apresentou os seguintes resultados:

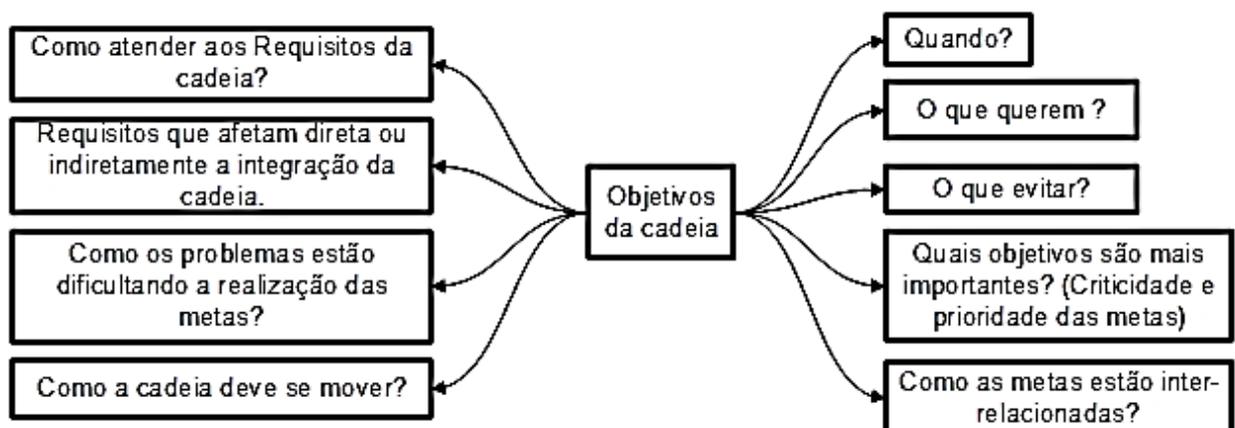
- a) vantagens: aplicação da norma de coordenação modular ao longo da carreira já existe. No entanto, somente é aplicada quando solicitada pelo cliente que necessita de financiamento (em geral caixa econômica federal, para projetos de habitação de interesse social (HIS)); agilidade no controle da obra, dos recursos e fluxos, pois evita compatibilização dos projetos no local da obra pelo engenheiro e retrabalhos, pois não o erro não é detectado na fase de projeto. Isto gera alterações no orçamento, cronograma e consumo de material;
- b) desvantagens: desconhecimento ou não utilização da norma referente à coordenação modular na elaboração dos projetos quando não exigidos pelo cliente, mesmo sabendo aplicar por vezes optam por não aplicar;

- c) ameaças: excesso de adaptações na obra e dificuldade na gestão da obra, alto índice de perdas, desperdício e produtividade;
- d) oportunidades: identificar uma tipologia e etapas críticas que favoreçam o uso da coordenação modular; expectativa de valorização dos profissionais que utilizam a norma de coordenação modular para atender o cliente que assim o desejar; proporciona empreendimentos com melhor qualidade construtiva e maior facilidade de gestão e manutenção; Melhoria na comunicação entre profissionais da área, pois incentiva a aplicação dos conceitos de *Building Information Modeling* (BIM).

4.5 Variáveis identificadas na gestão da cadeia da construção civil

Esta análise considerou a literatura apresentada e as observações em campo relatadas nesta pesquisa. A integração de uma cadeia pressupõe o conhecimento do estágio atual. Isto é essencial quando da realização de um planejamento estratégico para que seja possível chegar alcançar os objetivos planejados.

Figura 33 - Objetivos da cadeia



Fonte: Autora

Esta análise unifica os conhecimentos e as motivações para que aja um diálogo efetivo na promoção da integração da cadeia da construção civil (Figura 33). Na qual indica os fatores que impactam direta ou indiretamente na cadeia e as boas práticas que sugerem sucesso quando aplicadas.

Para esta análise serão considerados requisitos da cadeia aqueles que afetam o cronograma e a forma de relacionamento com o meio-ambiente, a população e as negociações com os fornecedores, arquitetos e /ou poder público. Podendo exigir maior esforço logístico e/ou envolver profissionais de diversas áreas do conhecimento para a efetiva integração. Pode-

se citar: Programas e créditos de financiamento da habitação, eventos de grande porte, por exemplo a copa, PNRS, exigência de estudos de impactos ao meio-ambiente e de distribuição de mercadorias regulados pelo plano diretor do município, destinação e disposição final dos resíduos, resoluções, leis, regulamentos técnicos. São algumas das formas de intervenção do poder público á médio e longo prazo.

Enumerando os aspectos que afetam direta ou indiretamente a integração da cadeia, pode-se listar:

- Acordos de sindicatos, certificações, Regulações relativas ao trânsito (a criação de corredores exclusivos para transporte coletivo, limitação das áreas de estacionamento, alterações temporárias na malha viária devido a eventos ou obras promovidos pelo Estado/ Município);
- Alterações no modo de produção (materiais, métodos e forma de descarte, nível de serviço ao cliente);
- Coordenação modular;
- Legislação ambiental e municipal;
- Lei de uso e ocupação do solo;
- Segurança do trabalho.

Dentre as possíveis ações para atendimento a estes requisitos ou tomada de decisão, de forma a mitigar os efeitos, pode-se sugerir:

- Desenvolvimento de fornecedores e treinamento da mão de obra para obter maior compromisso e conhecimento das normas;
- Maior integração arquiteto/ fornecedor/construtora através de um software que promova a livre concorrência e compatibilidade dos projetos e uso da norma de integração de projetos;
- Maior planejamento desde a solicitação de material, passando pelo consumo ao descarte final;
- Uso da gestão do conhecimento, Benchmarking e Gestão da inovação, compartilhamento de risco através de parcerias com sindicatos, universidades e poder público, maior interação com a comunidade;
- Uso de rádios, Intranet, internet, compartilhamento de arquivos e atualização e revisão controlada entre canteiros e escritório de arquitetura;

- Uso de softwares de simulação e de acompanhamento da gestão da obra;
- Uso e monitoramento de indicadores de produtividade e de desperdício.

Os entraves e as sugestões que são consideradas boas práticas na gestão de uma empresa que podem ser replicadas na cadeia em estudo nos diversos elos. Foram sugeridas ferramentas encontradas na bibliografia pesquisada e nas observações em campo relativas aos anseios da cadeia, em especial as construtoras. As ações foram propostas inicialmente para os elos envolvidos diretamente na fase da alvenaria. No entanto, nada impede de estas ações serem replicadas aos demais elos fortalecendo a cadeia como um todo. Conforme pode-se observar os objetivos da cadeia ainda não tem como prioridade a gestão ambiental.

Desta forma, pode-se considerar como objetivo mais importante, observando a criticidade e prioridade das metas:

- Industrialização aberta em todo o sistema;
- Treinamento da mão-de-obra;
- Aumento da integração canteiro e escritório;
- Uso de inventários observando a paginação;
- Treinamento de transportador de RSCC para transportar mercadoria ao canteiro para reduzir o custo com frete de caminhão “batendo seco”.

Entra como restrição no sistema a necessidade de redução do consumo de recursos naturais, de otimizar processos para reduzir o desperdício de materiais e agregar valor ao produtos oferecidos às construtoras. As metas podem se inter-relacionar havendo maior comunicação entre as empresas podendo realizar um planejamento visando o cliente final. O desenvolvimento de parcerias permite um lucro adequado ao risco e uma melhor programação da produção para sincronizar os recursos existentes. Para isto, as empresas precisam evitar a troca constante de parceiros e o lucro visando apenas o curto prazo, visto que, as empresas necessitam de políticas e medidas econômicas que favoreçam o acesso ao crédito, aumento do desempenho, redução de desperdício e custos além de integrar a cadeia, sincronizar e otimizar o consumo de recursos humanos, financeiros, logísticos e materiais.

No entanto, a busca pelo lucro a curto prazo faz com que as negociações se repitam o tempo todo gerando desperdício de tempo, não aproveitamento e documentação do conhecimento organizacional, visto que novas cláusulas são analisadas o tempo todo. A visão

de curto prazo favorece comportamento oportunista que prejudicam relações de longo prazo. Para mitigar estes efeitos pode-se sugerir:

- Considerar os custos, barreiras culturais, restrições ambientais, legislação riscos, incertezas, nível de complexidade da decisão, a logística urbana na escolha de fornecedores e prioridade das áreas a serem construídas;
- Desenvolvimento de técnicas e materiais para produtos ecológicos que possam ser utilizados em obras com mais do que dois pavimentos;
- Fortalecimento da parceria com a universidade para apoiar na industrialização aberta;
- Identificar elos e atividades críticas em cada empresa para obter maior controle;
- Uso de indicadores de produtividade e desperdício;
- Uso de técnicas de gestão do conhecimento e da inovação, benchmarking, uso de ferramentas lean, *kanban*, desenvolvimento e priorização de fornecedores “verdes”.

Estas ações devem fazer parte do planejamento estratégico considerando os horizontes de curto médio e longo prazo para que a cadeia possa se mover com sustentabilidade, mesmo e ainda que o setor enfrente períodos de recessão.

Os atores identificados foram: arquitetos, fornecedores, construtoras, transportadores, embarcadores, poder público, população, aterro, empresas certificadoras, universidades e laboratórios. A cadeia da construção civil impacta na logística urbana e para uma gestão mais sustentável é necessário introduzir os atores investigados e os elementos identificados ao longo da pesquisa para que o aspecto ambiental fique inserido de forma mais evidente na cadeia.

Esta visão macro sugere que os atores estão sujeitos às variáveis externas e que laboratórios, sindicatos, universidades, empresas certificadoras devem apoiar todos os atores, em especial às construtoras. A ênfase dada no elo das construtoras deve-se ao fato de que os problemas percebidos no canteiro devem orientar às melhorias nos fabricantes para que estes consigam oferecer produtos e serviços adequados às necessidades delas agregando valor a toda cadeia.

Ao longo desta pesquisa foram identificados os atores que fazem parte da cadeia da construção civil e complementada inserindo os aspectos ambientais que deve ser considerado uma restrição do sistema. Neste primeiro momento, considera-se as construtoras o elo mais frágil da cadeia. Todas as melhorias devem ser percebidas imediatamente nas construtoras. E a partir deste momento os novos gargalos identificados serão trabalhados nos demais elos até sincronizar toda a cadeia. A restrição do sistema e as ferramentas que possibilitam melhorias efetivas foram elencadas nos capítulos iniciais desta pesquisa. Dentre as ações esperadas por ator identificado podem ser elencados:

- a) arquitetos: Responsáveis pela aplicação dos conceitos de coordenação modular e diretrizes de coordenação modular, no momento mais favorável para a inserção de mudanças que é a fase de concepção do projeto e escolha de materiais;
- b) aterros: Cumprem e fazem cumprir procedimentos e operações de aterro, licença de tráfego, definição dos responsáveis, veículos, horários, equipamentos, rotas, frequência e itinerários;
- c) construtoras: Responsáveis pela solicitação do projeto ao arquiteto. Está mais próximo ao cliente final e interage com todos os demais elos. No canteiro de obra todas as incongruências manifestadas ao longo da cadeia são percebidas no gerenciamento do canteiro, no cronograma de gastos e execução. Uma boa relação com os demais elos aliado a uma boa gestão de recursos é perceptível na observação do canteiro, no volume de resíduos formado, no ritmo dos profissionais e nos equipamentos usados na movimentação do material. Poderiam aderir a bolsa virtual eletrônica de resíduos;
- d) embarcadores: Responsáveis pela importação e exportação dos produtos a serem utilizados na cadeia, realizar a gestão das embalagens;
- e) fornecedores: São aqueles que ofertam o produto combinado com algum serviço que torna a atividade posterior mais eficiente. Ao agregar serviço ao produto. Pode-se desenvolver produtos e embalagens cujo resíduo possa ser usado ou reciclado. Oferecer em conjunto com o gerador a destinação adequada. Quando da criação de produtos ecológicos verificar a pegada ambiental. De forma que o produto ecológico realmente o seja quando avaliado o ciclo de vida do produto;
- f) os laboratórios, sindicatos, universidades, empresas certificadoras, de consultoria, instituições financeiras (locais ou não): Devem conhecer, divulgar e apoiar os demais elos de forma a possibilitar rápida e satisfatória adequação aos

tratados, acordos internacionais, barreiras (alfandegárias, técnicas, ambientais, econômicas, políticas e idiomáticas);

g) poder público: Responsável pela regulação das atividades para o bem comum (Uso do solo e de todos os recursos disponíveis para a comunidade), geração de estruturas buscando o desenvolvimento organizado e controlado promovendo o bem estar da comunidade possibilitando a melhor alocação dos recursos, incentivo a reinserção dos resíduos reutilizáveis que não serão utilizados de lojas, indústrias, reformas que podem ser levados a uma central de coleta onde podem ser classificados e encaminhados a famílias carentes pré-cadastradas, correção dos problemas de deposição irregular e redução da quantia produzida, promoção do manejo diferenciado e reciclagem;

h) população: Aqueles que estão envolvidos no desenvolvimento das atividades e que vão lidar com as mudanças após a implementação. Deve ser minimamente impactada. Podem ser clientes, mão-de-obra, comunidade e/ou empresas de outros setores localizados na região. Pode-se promover brechó da construção, sujeitar a cronograma, sensibilização, para a educação ambiental para os 3R's, cuidados no transporte e armazenagem;

i) transportadores: Distribuição dos produtos na cidade nos horários e quantias programada, coleta e destinação adequada dos resíduos.

5 CONCLUSÕES

Os objetivos foram alcançados. Foi identificado que há rejeição por parte dos arquitetos, embora reconheçam as facilidades oriundas da aplicação e que estas seriam melhor percebidas no canteiro de obras através da facilitação da gestão do canteiro. Verificou-se que a Norma de Coordenação Modular é desconhecida entre os gerentes de canteiro de obra e pelos fabricantes de componentes, e conhecida e não aplicada pelos arquitetos devido às restrições na Legislação de Uso e Ocupação do Solo, exigência do mercado imobiliário e clientes que priorizam o aproveitamento máximo da metragem dos imóveis e o uso da coordenação modular tornaria menos atrativo o projeto, visto que os clientes pagam para obter projetos exclusivos e receber algo padronizado desvalorizaria o projeto.

Quanto á identificação da aceitação da Norma de Coordenação Modular: Os fabricantes mostraram-se bastante receptivos após conhecer o conceito e entre os gerentes de obra verificou-se certa incredulidade, visto que na prática são realizados diversos ajustes e compatibilizações na obra e devido á falta da efetiva integração entre o escritório que elabora o projeto e o escritório gestor. Desta forma, a Norma de Coordenação Modular somente é aplicada quando requisitada por algum edital do governo ou para a obtenção de crédito junto á Caixa Econômica.

Dentre as evidências coletadas de oportunidade de melhoria no fluxo produtivo dos fornecedores com a implantação da Norma de Coordenação Modular, visto que a padronização possibilita melhor planejamento dos fluxos, custos, planejamento e balanceamento da produção. Ficou evidente, em alguns processos a necessidade de severos ajustes no layout e no maquinário para atender uma possível nova demanda por produtos padronizados. Os concorrentes entrantes no mercado irão se beneficiar do fato de não ter de adaptar a fábrica ao novo fluxo produtivo que torna a construção civil mais dinâmica e mais competitiva quando comparada as outras cadeias produtivas. Com a introdução da norma de Coordenação Modular, os fornecedores passam a atender o mercado nacional, viabiliza a exportação dos produtos e a gestão do conhecimento organizacional permitindo assim melhorias no relacionamento e desenvolvimento de fornecedores por ofertar serviços que agregam valor ás construtores e reduzem o custo final ao cliente. Estas evidências refletem os impactos que a efetiva integração da cadeia da construção civil irá passar ao aplicar a Norma de coordenação modular.

Foi sistematizado as observações pontuais acerca da coordenação modular ao descrever as principais práticas encontradas no Estado do Ceará, nos municípios visitados, através da descrição de fluxos genéricos de produção na fábrica de blocos de cerâmicos, de concreto e nos canteiros. Foram listadas as práticas adotadas para melhor aproveitamento do layout, como é realizada a movimentação do material no canteiro, a influência do projeto na geração de resíduos, na segurança, na produtividade e na gestão logística do canteiro e desenvolvimento de fornecedores.

Por vezes a incompatibilidade dos projetos é detectada somente no canteiro. A negociação de horários de recebimento do material e o planejamento do local. Tudo isto é realizado no canteiro. Se algo não foi planejado, no canteiro será algo bastante perceptível. A distribuição de equipamentos e materiais no pavimento deve acontecer antes da chegada dos profissionais de elevação de alvenaria. Uma vez que eles chegam ao pavimento às decisões se tornam mais complexas.

Em um estágio mais avançado da cadeia espera-se que os paletes sejam preparados no fornecedor, na sequência em que será utilizado no canteiro. As interrupções devido aos ajustes na dimensão dos blocos, dúvidas de projeto e falta de material seriam eliminadas.

A visita aos fornecedores mostrou que estes ainda não têm condição de atender aos canteiros neste nível de serviço. E que as construtoras também teriam dificuldade em especificar o pedido.

Quanto aos arquitetos, as principais observações foram: Foi identificada uma relação conflituosa que existe e se perpetua por toda a cadeia exigindo mudanças culturais ou normativas que possuam maior rigor para garantir a integração da cadeia e sugere-se maior interação no momento do inventário para que esta ferramenta possa contribuir para a redução no desperdício de materiais.

Quanto aos fabricantes de componentes, as principais observações foram: A entrega de kits é muito limitada e na maioria das vezes a formação de kits ocorre no canteiro e este seria um serviço que agregaria bastante valor, caso os fabricantes de componentes conseguissem se adaptar. Conclui-se, portanto que a paginação é um instrumento eficiente para integrar a cadeia. No entanto, ainda não é uma realidade. Estima-se que com a integração da cadeia, o

planejamento se torne mais preciso e a indústria da construção civil se torne mais eficiente ambientalmente.

Quanto aos aspectos macro, buscou-se identificar os principais entraves na gestão da cadeia. Foram enumerados os objetivos, atores, responsabilidades e paralelo a isto, foram listadas boas práticas que podem ser aplicadas na cadeia da construção civil com o mesmo sucesso que vem obtendo nas demais cadeias produtivas.

Dentre os entraves identificados na gestão da cadeia da construção civil pode-se citar:

- Falta de padronização nos projetos e materiais;
- Necessidade de obter produtos ecológicos cujo processo produtivo seja menos impactante que a extração do produto in natura do meio-ambiente;
- Necessidade de integração do governo e da comunidade no consumo responsável dos recursos, de mão-de-obra qualificada e treinada nas novas tecnologias;
- Impactos na logística urbana devido a alterações nas rotas, dificuldade em descarregar a carga em horário de trânsito;
- Necessidade de conhecer e conciliar as normas vigentes quanto ao Uso e Ocupação do solo, alterações na base cartográfica dentre diversas outras as quais a cadeia produtiva deve se submeter;
- Obras da prefeitura que impactam no cronograma e nas rotas de acesso aos fornecedores;
- Obrigatoriedade de utilizar o resíduo onde foi gerado e limitações tecnológicas e normativas quanto ao uso de produtos ecológicos em obras de no máximo dois pavimentos em uma região cuja tendência é o crescimento vertical e cujos prédios que necessitarem de manutenção terão dificuldade em alocar este resíduo;
- Barreiras técnicas, alfandegárias, idiomática, falta de gestão do conhecimento organizacional.

Os atores identificados foram: poder público, embarcadores, arquitetos, construtoras, transportadores, fornecedores, população, universidade, empresas certificadoras e aterro.

Conclui-se através desta pesquisa que a coordenação modular ainda tem muito para avançar e encontrará resistência cultural na fase de projetos, trará mudanças na produção e no nível de serviço oferecido aos clientes pelos fornecedores e exigirá treinamento nos canteiros de obra para que venha a surtir os efeitos desejados. Portanto, a Norma de Coordenação Modular necessita de uma maior divulgação entre os atores identificados e existem diversas barreiras culturais e ambientais a serem conciliadas para que a Norma de Coordenação Modular seja implementada com sucesso efetivamente de forma a promover o desenvolvimento mitigando os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAT; FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de materiais e equipamentos**. F. Projetos. São Paulo, 2014.

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; JUNIOR Dmontier Pinheiro Aragao; OLIVEIRA. Alexandre Kerton Ibiapina de; ARAUJO Marcela Costa Estudos de correlação entre ferramentas da gestão da produção em diferentes cadeias produtivas, **ENEGEP**. Belo Horizonte, 2011.

Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_WIC_135_855_18793.pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2015

ALCOBIA, Liliana Patrícia Santos. **Comparação Sectorial: Aplicação do ELECTRE I ao Índice de Benchmarking Português**. 2013. Tese (Mestrado em Economia), Universidade de Coimbra, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/22704>>. Acesso em: 23 de maio de 2015.

ALVARENGA, Antônio Carlos; NOVAES, Antônio Galvão. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3º. ed. São Paulo: Blucher, c2000. 194 p. ISBN 9788521202684 (broch.).

ANGULO, Sérgio Cirelli; Teixeira, Cláudia Echevengúá; Castro, Alessandra Lorenzetti; Nogueira, Thais Passos. Resíduos de construção e demolição: Avaliação de métodos de quantificação. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, v.16, n.3, p. 299-306, Set, 2011.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522011000300013&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 20 de maio de 2015.

ARAÚJO, Alexandre Bertini; Nobre, Carlos Yuri. A. Análise de unidade habitacional padrão de 04 pavimentos do programa “minha casa, minha vida”. **ENEA MANAUS 2014 CICAU**, p. 11, 27 set. 2014.

ARAÚJO, Marcela Costa; ALVES, Rafael Ferreira; HERBEST, Jéssica Belo; BESSA, Felipe Rocha Sombra, ALBERTIN, Marcos Ronaldo. Expansão do Sistema de Benchmarking e Monitoramento de Arranjos Produtivos (SIMAP). **Extensão em ação**, Fortaleza, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.revistaprex.ufc.br/index.php/EXTA/article/view/16/30>>. Acesso em: 15 setembro de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND(Ed.). Norma de Coordenação Modular entrou em vigor e permite racionalizar processos construtivos. 2010. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/fim-do-quebra-quebra-agora-tudo-se-encaixa-na-construção>>. Acesso em: 15 junho. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Coordenação modular para edificações**, Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. NBR ISO 14001:2004**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 27p.

AZAMBUJA, Marcelo Menna Barreto; FORMOSO, Carlos Torres. Diretrizes para a melhoria dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores utilizando conceitos de gestão da cadeia de suprimentos. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, RS. n.3, v. 3, n. 51, p. 77–94, 2003.

BANCO DO NORDESTE, **Manual de Impactos Ambientais: Orientações Básicas sobre Aspectos Ambientais das Atividades Produtivas**. Fortaleza 1 ed., Banco do Nordeste. Fortaleza, 1999.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2.ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Saraiva, c2009. xxx, 546 p. ISBN 9788502080959.

BHUTTA, Khurram S.; HUQ, Faizul. Benchmarking-best practices: an integrated approach. **Benchmarking: An International Journal**, v. 6, n. 3, p. 254-268, 1999.

BOWERSOX, Donald; CLOSS, David; COOPER, Bixby; BOWERSOX, John. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2014. 455. xvi 455 p. ISBN 9788580553178 (broch.).

BRASIL, **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CABRAL, Antônio Eduardo Bezerra; MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza, p. 43, 2011. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Lei nº8.408** de 24 de dezembro de 1999. Estabelece normas de responsabilidade sobre a manipulação de resíduos produzidos em grande quantidade, ou de naturezas específicas, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/emlurb/lei-no-8408-de-24-de-dezembro-de-1999>

CAMBIAGHI, Henrique; AMÁ Roberto; CASTANHO, Miriam; WESTERMANN, Marcelo. **Diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD: Integração entre projetistas, construtoras e clientes**. São Paulo: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura ASBEA, Pini, 2002.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI) **Mobilização Empresarial pela Inovação – Manual do Convênio CNI/SEBRAE**, Brasília, 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº. 307 de 5 de julho de 2002**, Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, publicado no D.O.U de 17 de julho de 2002.

CUNHA, Nelson Boechat Júnior. **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. Belo Horizonte. Sinduscon-MG, p. 38p., 2005.

DEMARIA, Marjory. **O operador de transporte multimodal com fator de otimização da logística**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ELETROBRÁS/IBAM. **Guia Técnico PROCEL GEM - Gestão Energética Municipal**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://pga.pgr.mpf.mp.br/documentos/guia-tecnico-gem>>. Acesso em: 12 de abril de 2015.

ELIAS, Mansour Daher. **Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Fortaleza-Ce**. 2008. Monografia (Direito Ambiental) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/semam/arquivos_conteudos/grcc_mono.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2015.

ERPEN, Mauro Luiz. **Resíduos sólidos de construção e demolição - Estudo de caso: Gurupi-TO**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FERNANDES, Isabel Maria.; CASTRO, Fernando. O modo de preparar o barro nas olarias de louça vermelha do distrito da Guarda : caracterização química das suas produções. **Olaria: estudos arqueológicos, históricos e etnológicos**, v. 2, n. 4, p. 216–237, 2010.

FLORIM, Leila Chagas; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Contribuição para a Construção Sustentável: Características de um Projeto Habitacional Eco-Eficiente. **Produção Online**, v. 5, p. 121–132, 2005.

FRANCELINO, Thiago Ribeiro; José de Paula Barros, NETO; HEINECK, Luiz Fernando Mahlman; TEIXEIRA, Marcelo da Costa; KEMMER, Sérgio Luis. Melhoria de processos com a aplicação da filosofia Lean, **XXVI ENEGEP**. Fortaleza 2006. Disponível em: www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450301_8342.pdf

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDRATT, Eliyahu Moshe. **Síndrome do palheiro: garimpando informação num oceano de dados**. 2 ed., Educator, São Paulo, 1992.

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Studt Follmann. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Coleção Habitare, v. 9 ANTAC Porto Alegre, 2007 72p

GRIMBERG, Elisabeth. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos: A responsabilidade das empresas e a inclusão social**. Rio Claro, 2005. Disponível em: <http://limpezapublica.com.br/textos/1177.pdf>. >. Acesso em: 07 de maio de 2015

GRUPO DELMIRO GOUVEIA. **Relatório Final de Trabalho Fortaleza - UNIEMPRES**, Fortaleza, 2014. Disponível em: <<http://www.uniempres.org.br/user-files/files/Relatorio%20Final%20Setor%20Construcao%20Civil.pdf>>. Acesso em: 07 de maio de 2015

GUNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: Esta é a questão?. **Psic.: Teor. e Pesq. [online]**. 2006, vol.22, n.2, pp. 201-209. ISSN 1806-3446. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-37722006000200010>.

GUERRINI, Fábio Müller; VERGNA, José Rafael Gatti. **Um modelo de atores e recursos para redes de cooperação entre empresas em obras de edificações**. Prod., São Paulo, v. 21, n. 1, p. 14-26, Mar. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132011005000009> >. Acesso em 29 de Agosto de 2015.

HERBSTER, Jéssica Belo. **Propostas de ações horizontais de dinamização de cadeias produtivas do Ceará através do mapeamento e levantamento de demandas e ofertas tecnológica– Base 2011**, 2011. Disponível em: http://www.simapot.com.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=168&Itemid=76 >. Acesso em: 07 de maio de 2015

HONÓRIO, Rodrigo; COSTA, José Martins da; SERRA, Sheyla Mara Batista. **Evaluation of supply and service of steel assembly of structures**. In: Proceedings of IGLC22 22 nd ANNUAL CONFERENCE of the INTERNATIONAL GROUP for Lean construction understanding and improving project based production. 22. ed. Oslo: [s.n.]. p. 1055 – 1067.

INOJOSA, Fernanda Cunha Pirillo. **Gestão de resíduos de construção e demolição: A Resolução CONAMA 307/2002 no Distrito Federal**, 2 mar. 2010. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/7943>>. Acesso em: 24 dezembro de 2014

KYRÖ; Paula. Revising the concept and forms of benchmarking. **Benchmarking: An International Journal**, 2003 de Oslo. Communities.

LAMBERT, Douglas; GARCÍA, Dastugue, SEBASTIÁN; CROXTON, Keely. An evaluation of process-oriented supply chain management frameworks. **Journal of Business Logistics**, v. 26, n. 1, p. 25-51, 2005.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese (Doutorado). UFRGS, 2001 disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/21839>>. Acesso em: 07 de maio de 2015

LIMA, Evaldo de Souza; CHENNA, Sinara Inácio Meireles. **Reciclagem de entulho**. 1a. ed. Viçosa: CPT, 2000.

LINHARES, Silvia Paixão; FERREIRA, João Alberto; RITTER, Elisabeth. Avaliação da implantação da Resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 3, n. 3, p. 176–194, 2007.

MANUAL DE OSLO **Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3.ed.Paris: A OCD,1997.

MARCONDES, Adalberto Wodianer; RUSCHEL, Rogerio Raupp. **BENCHMAIS: As 85 melhores práticas em gestão socioambiental do Brasil**. São Paulo: Mais Projetos: Instituto

Envolverde; Cotia, SP: Rushel & Associados Marketing Ecológico, 2007. 328 p. ISBN 9788590745501

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas São Paulo, 2004.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, c2005. 562 p. ISBN 8502046160 (broch.).

MAZZALI, Leonel; MILAN, Marina. A integração empresa cliente-operador logístico: Uma análise na cadeia automotiva. **Gestão & Produção**, p. 353–366, 2006.

MEDEIROS, C. A.; Globalização e Inserção Internacional diferenciada da Ásia e da América Latina. In: Tavares, Maria da Conceição e Fiori, José Luís. (Org.). Poder e Dinheiro: Uma economia Política da Globalização. 1ed.Petrópolis: Vozes, 1997.

MELLO, João Carlos Soares de; MEZA, Lúcia Ângulo; GOMES, Eliane Gonçalves; NETO, Luiz Biondi. Curso de análise de envoltória de dados. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, v. 37, 2005.

MEREDITH, Jack R.; SHAFER, Scott M. **Administração da produção para MBAs**. Porto Alegre: Bookman, 2002. 391 p. ISBN 8573077778 (broch.).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL **A caminho da Agenda 21 Brasileira: princípios e ações 1992/97** Brasília, 1997

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Armazenagem e distribuição física**. 2.ed. São Paulo: IMAM, 1997. 343P (Série Manual de Logística; v. 2).

NATUME, Rosane Yoshida; CARVALHO, Hélio Gomes de; FRANCISCO, Antônio Carlos de. O uso de Práticas de Gestão de Tecnologia e Inovação em uma empresa de médio porte do estado do Paraná. **Revista Eptic**, v. 10, n. 1, 2011.

NOVAES, Marcos de Vasconcelos; MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral. **Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. Coopercon – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará, 2008, 100 p.

PRATA, Bruno de Athayde; OLIVEIRA, Leise Kelli de; DUTRA, Nadja Glheuca da Silva; NETO, Waldemiro de Aquino Pereira et al (2012) **Logística Urbana: Fundamentos e Aplicações**. 1ª Edição. Curitiba: Editora CRV, v. 1, 286p.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015.

PORTAL IMOBILIÁRIO VIVA REAL. **Relatório de Dados do Mercado imobiliário 2014**. Disponível em <<http://www.vivareal.com.br/dmi/>>. Acesso em: 20 de junho de 2015.

RIBEIRO, Patrícia Keila Poepcke. **Gerenciamento do ciclo de aquisição de materiais na produção de edifícios**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos.

ROMCY, Neliza Maria e Silva; CARDOSO, Daniel; BERTINI, Alexandre Araújo, PAES, André. BIM e Coordenação Modular: possibilidades de melhoria para a indústria da AEC. In: **Ambiente Construído**. Porto Alegre, RS. n.14. 14. ed. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014. p. 23–39.

SANTOS, Luciano Miguel Moreira dos. **Avaliação ambiental de processos industriais**. 2. ed. São Paulo, SP: Signus, 2006. 130 p. ISBN 8587803239.

SANTOS, Robson Arruda dos. Inconsciência dos construtores frente à gestão ambiental no canteiro de obras: Estudo de caso na Região Sul de João Pessoa/Pb. **Revista Monografias Ambientais**, v. 10, p. 2278–2287, 2013.

SCHERRER, Alberto; DA SILVA, José Luís Gomes; DE BRITO, Luiz Antônio Perrone Ferreira. Estudo da influência do crescimento da construção civil na deposição de resíduos sólidos: Estudo de caso no município de Caraguatatuba. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 2, p. 243–263, 2014.

SCHIAVI, Cristiano Sordi; LIPP-NISSINEN, Katia Helena. Panorama da Gestão de Resíduos da Construção Civil em Municípios do Estado do Rio Grande do Sul - Rs. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3491–3515. Acesso em 1 setembro de 2015.

SILVA, Ione Guilherme Pereira da; RODRIGUES, Danielle Fernandes; PINHEIRO, Nadja Valéria. Cadeia produtiva da construção civil: Uma análise sobre a sustentabilidade **UFPB-PRG XI Encontro de Iniciação à Docência**, 2009. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/monitoriapet/ANAIS/Area5/5CC SADAMT01.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2014.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002. 747p. ISBN 9788522432509 (enc.).

TOMÉ, Luciana Mota. **Avaliação do desempenho logístico-operacional de empresas no setor da floricultura: Um estudo de caso no Ceará**. Tese de Mestrado em Engenharia de Transportes Petran - Universidade Federal do Ceará. 2004.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 220p. ISBN 8522424268 (broch.)

VIEIRA, Helio Flavio. **Logística aplicada à construção civil: Como melhorar o fluxo de produção nas obras**. Pini, 2006.

VOLPATO, Gilson Luiz. **Método lógico para redação científica**. Botucatu: Best Writing,. 2011. ISBN: 978-85-64201-00-2.

ZACCHI, Giancarlo Philippi; VAN BELLEN, Hans Michael. O desenvolvimento sustentável e a organização do espaço regional. **Diálogos & Ciência–Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana**. Ano II, n. 5, 2005.

ZAMBALDI, Felipe; JOSÉ, Francisco; PONCHIO, Mateus Canniatti. **Brazilian Journal of Marketing - BJM**, v. 13, p. 1–41, 2014.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO SIMAP

Dicas para preenchimento:

NA: não se aplica a empresa e/ou setor

Princípio: para ser 100% precisa atender 75% e para ser 75% precisar atender o 50%

SIG: Sistema integrado de Gestão

SIG	0	25	50	75	100
ISO 9001 - ISO 14001 - 5S - SA 8000 - OSHAS 18000	Procedimentos Informais	Procedimentos Documentados	Programa formal De implantação	Realiza auditorias internas	certificação

Gestão da Produção

	0	25	50	75	100
Tempo de setup (Médio da fábrica)	Informal	Procedimento Documentado	Tempo < 60 min	Tempo < 40 min	< 10 (SMED)
PCP	Informal	Planilhas eletrônicas (Excel, Calc, etc.)	Software	MRP e MRP II	ERP
Estudos de capabilidade	Informal	Processos Instáveis	Processos estáveis	CEP	Cpk > 2
Custos da (má) Qualidade	Desconhecidos	Monitora	1-10% faturamento	< 1 % Faturamento	< 0,5 faturamento
Controle de processos	Parâmetros Informais	Parâmetros formais	Parâmetros controlados	Instrumentos calibrados	Estudos de capabilidade
Defeitos – PPM	Desconhecidos	Conhecidos	1-10 %	< 1000 ppm	< 500 ppm
Manutenção	Corretiva	Plano de manutenção informal	Preventiva	Preditiva	TPM
Filosofia e Ferramentas JIT	Não utiliza Ferramentas	Uma Ferramenta	Duas ferramentas	Três ferramentas	Muitas ferramentas
Desenvolvimento de Fornecedores	Informal	Formal	Monitora desempenho	Programas de capacitação	Estabelece parcerias
Idade média dos equipamentos	Desconhecida	Maior 20 anos	10 a 20 anos	5 a 10 anos	< 5 anos

Gestão de Produtos

	0	25	50	75	100
Domínio e uso de normas técnicas	Desconhece	Conhece e utiliza parcialmente	Utiliza as principais	Utiliza sempre	Utiliza 100% E atualiza
CAD – CAE – CIM	Desconhece	Conhece	Utiliza CAD	CAD e CAE	CAD-CAE-CIM
Uso de Eng. Simultânea e Equipes Multifuncionais	Não utiliza	Utiliza informalmente	Procedimento documentado	Implementando	Utiliza sempre

Lead Time de desenvolvimento	Não controla	Controle informal	Monitora	Competitivo	É benchmark
Metodologia para desenvolvimento	Desconhece	Informal	Documentado	Melhora continuamente	Usa conceito lean
Parcerias com Fornecedores/ Clientes	Não realiza	Informal	formal	Fornecedores	Fornecedores e clientes

Gestão Estratégica

	0	25	50	75	100
Planejamento estratégico	Informal	Formal	Monitora	Informa a todos	Desdobra missão, visão e indicadores (ex. BSC)
Estratégia de produção	Informal	Definida	Monitora	Informa	Plano de ação
Estilo de liderança e envolvimento dos empregados	Controlador	Centralizado	Descentralizado	Participativo	Ambiente para melhoria
Uso do benchmarking	Não utiliza	Benchmarking	Benchmarking	Benchmarking nacional	Benchmarking internacional
Orientação ao cliente	Informal	Monitora insatisfação	Pesquisa de satisfação	Monitora a satisfação	Clientes muito satisfeito > 80%
Indicadores	Informal	Financeiros	Qualidade	Processos	PDCA - Metas definidas

Gestão da Logística

	0	25	50	75	100
Controle de estoques	Baixo controle, SEM uso de sistemas específicos ou de planilhas	Controle documentado, apenas, do produto acabado, COM emprego de planilhas	Controle documentado do produto acabado e de estoques intermediários	Uso de sistemas interdependentes de controle de Estoques	Sistema integrado de gerenciamento de estoque (integrado aos fornecedores)
Rotatividade de estoques	Baixo giro, sem monitoramento	Monitoramento parcial	Giro de Estoques de 1 a 12 vezes ao ano	Giro de Estoques entre 12 a 24 ao ano	Giro maior do que 24 vezes Ao ano
Prestadores operadores logísticos	Não considera importante e tem frota própria	Utiliza apenas transportador terceirizado	Utiliza transporte terceirizado e outro serviço	Usa operador logístico com, pelo menos, três funções	Usa operador com vistas ao Integrador Logístico (todo o canal)
Manuseio	Não usa máquinas	Usa poucas máquinas, do tipo padrão, com muita interferência humana (manual)	Usa máquinas-padrão e poucas máquinas específicas, com muita interferência humana (manual)	Sistema semi-automatizado, com pouca interferência humana; ferramentas customizadas de manuseio	Maquinário específico; uso de sistemas completamente automatizados e de robótica
Unitização	Não usa nenhum tipo	Usa paletes de qualquer tipo	Usa paletes específicos, estantes e outros	Usa paletes específicos; usa também contenedores maiores	Uso de vários tipos de contenedores, com padronização voltada ao transporte final
Fluxo de materiais	Manual, Controle Visual	Planilha eletrônica ou softwares	Uso de código de barras	RFID GPS	Container Inteligente

Fluxo de Informação	Consulta por telefone celular	Consulta por internet e e-mail	EDI	Rastreamento por satélite ou GPRS	Bases de dados integradas na cadeia de suprimento
Fluxo Financeiro	Informal	Individual	Parcialmente Integrado	Compartilhamento de bancos de dados	Integração total
Transações comerciais	Manual	Pedidos através do computador	RC or VMI	ECR and CRM	Marketplace
Controle de armazém	Manual ou controle visual	Planilha eletrônica ou software	Uso de código de barras	Acompanhamento pelo telefone celular ou Voz de seleção or RFID	Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS)
Sistema de Transportes	Informal	Planilha eletrônica ou software	Milk-run	GPS, Software de roteamento	Sistema de Gerenciamento dos Transportes (TMS)
Relacionamento na cadeia de suprimento	Armslength relationship	Parcerias	Parcerias por longos períodos	Gerenciamento do relacionamento com fornecedores	Parcerias estratégicas

Gestão de Recursos Humanos

	0	25	50	75	100
Plano de Treinamento	Informal	Procedimento Documentado	Monitora horas treinamento ano/ Funcionário	< 20 horas	> 20 horas
Descrição de cargos e competências	Informal	Descrição de responsabilidade/ autoridade	Descrição de Competências	Programa de multifuncionalidade	Avaliação de competências
Programas participativos	Informal	Formal	Mais de um programa	Vários programas	Participação em resultados

Gestão Financeira

	0	25	50	75	100
ERP; Custeio Direto; Custeio ABC; Método de análise de investimento	Não realiza Formalmente	Implementando	Realiza parcialmente	Fase final de implementação	Utiliza para tomada de decisões

ANEXO B – QUESTIONÁRIO – ARQUITETO

CONHECIMENTOS E EXPERIÊNCIAS RELATIVOS À COORDENAÇÃO MODULAR.

O que o Sr. (Sr.^a) entende por Coordenação Modular? _____

Como se deu o conhecimento sobre o tema? _____

O Sr.(Sr.^a) conhece a norma referente a coordenação modular(NBR 15.873:2010)?

- Sim
 Não

PROCESSO DE PROJETO MODULAR.

Ao conceber os seus projetos, o Sr. (Sr.^a) faz uso de alguma modulação?

- Sim
 Não

Existe uma tipologia arquitetônica que favorece o uso de uma modulação ou seu uso é generalizado?

- Sim
 Não

Justifique a resposta. _____

Qual(is)

a(as) grande(s) vantagem(ns) na utilização de um módulo base para a definição do projeto de arquitetura?

- Proporciona à concepção do projeto uma maior definição através da malha modular
 Representação gráfica do projeto
 Agilidade na elaboração de memoriais e especificações
 Agilidade na elaboração de quantitativos
 Simplifica a etapa de detalhamento
 Maior interação entre projetistas de diferentes especialidades
 Maior interação entre projetistas e construtores
 Não há vantagem

Comente a resposta. _____

O uso da modulação como ferramenta de projeto tem ocorrido de forma constante ao longo da sua carreira profissional?

- Sim
 Não

O Sr. (Sr.^a) tem se utilizado desta ferramenta para a definição dos projetos mais recentes?

- Sim
 Não

Existe uma etapa crítica que caracteriza o processo de projeto modular?

- Concepção
 Representação gráfica
 Especificações
 Detalhamento
 Compatibilização
 Não existe
 Outra: _____

Comente a resposta.

A utilização desta ferramenta caracteriza alguma limitação para o desenvolvimento do projeto de arquitetura?

- Liberdade de projeto
 Padronização do resultado final
 Locação da estrutura
 Representação gráfica do projeto
 Não estabelece limitações
 Outra: _____

Justifique a resposta. _____

Em que etapa de projeto se estabelece a comunicação entre os profissionais das diversas especialidades envolvidas no processo?

- Estudo preliminar
 Anteprojeto
 Projeto executivo
 Ao longo da construção

Em geral, em que etapa são realizados o detalhamento e as especificações do projeto?

- Anteprojeto
- Projeto executivo
- Ao longo da construção

_ MATERIAL DE APOIO A ATIVIDADE DE PROJETO.

O Sr.(Sr.^a) utiliza algum material de apoio para o desenvolvimento do projeto?

- Catálogos Impressos
- Catálogos virtuais
- Normas técnicas
- Biblioteca do Software
- Outro: _____

Indique aqueles utilizados com maior frequência e se eles atendem às expectativas.

_ EXPECTATIVAS QUANTO A COORDENAÇÃO MODULAR.

Com o uso efetivo da Coordenação Modular:

- O Sr.(Sr.^a) acredita na valorização do processo de projeto e logo dos profissionais da área?
- Estabelecerá uma melhor comunicação entre os profissionais envolvidos no projeto?
- Proporcionará empreendimentos com uma melhor qualidade construtiva?

Comente a resposta.

ANEXO C – QUESTIONÁRIO – GERENTE DE OBRA

_CONHECIMENTOS E EXPERIÊNCIAS RELATIVAS AO TEMA.

O que o Sr. (Sr.^a) entende por Coordenação Modular?

Como se deu o conhecimento sobre o tema?

O Sr. (Sr.^a) conhece a norma referente a coordenação modular (NBR 15.873:2010)?

- Sim
 Não

_PROCESSO DE EXECUÇÃO DA OBRA MODULAR.

Como o Sr. (Sr.^a) avalia o uso da modulação em obra? em quais etapas da obra o Sr. (Sr.^a) faz, ou faria, uso de um sistema modular?

- Locação
 Infraestrutura
 Supraestrutura
 Alvenaria
 Cobertura
 Outra: _____

Existe uma tipologia arquitetônica que favorece o uso da modulação em obra, ou seu uso é generalizado?

- Sim
 Não

Justifique a resposta. _____

Qual(is) a(s) vantagem(ns) na utilização de uma modulação em obra?

- Redução do tempo de execução de serviços
 Logística interna e externa
 Redução da área destinada a instalações provisórias
 Redução de desperdícios de componente
 Redução de Custo
 Não há vantagens
 Outra: _____

Qual(is) a(s) desvantagem(ns) na utilização de uma modulação em obra?

- Mão-de-obra sem capacitação
 Não há desvantagens
 Outra: _____

O uso da modulação como ferramenta em canteiro de obra tem ocorrido de forma constante ao longo da sua carreira profissional?

- Sim
 Não

O Sr. (Sr.^a) tem se utilizado desta ferramenta para a execução das obras mais recentes?

- Sim
 Não

‘Existe uma etapa crítica que caracteriza o uso da modulação em obra?’

- Locação
 Infraestrutura
 Superestrutura
 Alvenaria
 Cobertura
 Não existe
 Outra: _____

Comente a resposta. _____

Em que etapa da obra se estabelece a comunicação entre os profissionais das diversas especialidades envolvidas no processo?

- Etapa de projeto
 Ao longo da construção

No processo de aquisição dos componentes construtivos, quais os critérios observados?

- Dimensões dos componentes (dimensões normalizadas)
 Tolerâncias dimensionais

Aspectos visuais (características geométricas)

Outra: _____

Analisando todo o processo de execução do empreendimento, quais as etapas que geram maior desperdício de componentes construtivos?

Infraestrutura

Supraestrutura

Alvenaria

Instalações elétricas

Instalações hidráulicas

Cobertura

Outra: _____

Em relação a etapa de alvenaria, qual o processo que gera maior desperdício?

Amarração

Vãos das esquadrias

Passagem de dutos e tubulações

Execução da empena

Outra: _____

Dentre estas etapas, qual a que contabiliza maior desperdício de tempo de mão-de-obra?

Amarração

Vãos das esquadrias

Passagem de dutos e tubulações

Execução da empena

Outra: _____

Qual(is) o(s) problema(s) mais recorrente(s) que caracterizam os componentes construtivos empregados no processo de alvenaria no tocante a sua geometria?

Dimensões

Planeza das faces

Esquadro

Outra: _____

_ MATERIAL DE APOIO A ATIVIDADE DE PROJETO.

O Sr. (Sr.ª) utiliza algum material de apoio para promover a capacitação da mão de obra?

Manuais e/ou cartilhas

Recursos visuais (apresentações e vídeos)

Maquetes físicas

Não realiza capacitação em obra

Outro: _____

Indique aqueles utilizados com maior frequência e se eles atendem às expectativas. _____

_ LOGÍSTICA.

I –LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Qual o nível de conhecimento em logística da empresa?

Nenhum

Baixo

Médio

Suficiente

Alto

A empresa possui um setor que trata diretamente da logística?

Sim

Não

A empresa promove uma interação de suas atividades logísticas com os parceiros?

Sim

Não

O que mais motivou a empresa a implantar o uso da logística no seu gerenciamento?

Não há implantação da logística e nem prazo para que isso ocorra

Não há implantação, mas já existe um estudo e em até dois anos será implantada

Não há implantação, mas já existe um estudo e em mais de dois anos será implantada

Exigência de clientes/fornecedores

Redução nos custos

- Otimização do processo
- Aumento na competitividade
- Tendência de mercado

II – RELAÇÃO COM FORNECEDORES/PARCERIAS

A empresa procura manter parcerias com os clientes/fornecedores?

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não
- Existe a pretensão de iniciar parcerias

A empresa procura discutir com os clientes/fornecedores sempre que surgem novas exigências ou perspectivas de mudanças?

- Sim, sempre
- Sim, eventualmente
- Não

A empresa avalia seus fornecedores?

- Sim, sempre
- Sim, eventualmente
- Não

A empresa acredita que os resultados dessas avaliações podem auxiliar o aumento na qualidade dos serviços prestados pelos fornecedores?

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não auxiliam
- Geram conflitos

O fornecedor tem mostrado interesse em iniciar uma parceria com a empresa?

- Sim, muito interesse
- Sim, porém pouco interesse
- Nenhum interesse

III – ESTOQUES

A empresa mantém estoques?

- Sim
- Não

De acordo com o que existe hoje de estoque na empresa, podemos classificar o volume estocado como:

- A empresa não possui estoque, produzindo somente a demanda (produção puxada)
- Baixo, existe apenas o estoque de segurança
- Alto, existe um grande volume estocado (produção empurrada)

A administração do estoque está ligada ao nível de serviço logístico oferecido pelos fornecedores?

- Sim
- Não

A empresa adota em seus processos a filosofia JIT?

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não
- Pretende adotar

A empresa adota a curva ABC para controlar o estoque?

- Sim
- Não
- Pretende adotar

IV – TRANSPORTES

A empresa trabalha com que tipo de operação de transporte?

- Transporte por conta do fornecedor
- Transporte por conta da empresa
- Depende da negociação

A atividade de transporte da empresa é:

- Terceirizada
- Própria

A movimentação de materiais dentro do canteiro ocorre de que forma:

- Apenas Verticalmente

- Apenas Horizontalmente
 - São utilizadas as movimentações verticais e horizontais
- Existe um controle da movimentação de materiais dentro do canteiro:

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não

Existe a exigência por parte da empresa ao fabricante quanto a paletização?

- Sim
- Não

Comente a resposta. _____

V – QUALIDADE

A empresa possui alguma certificação?

- Sim.
- Quais? _____
- Não
- Pretende obter

Quais? _____

A empresa acredita que a certificação é importante para a melhoria dos processos e produtos?

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não

VI - MODULARIZAÇÃO

A empresa utiliza algum conceito de manufatura?

- Sistema Toyota de Produção
- Produção Enxuta
- Manufatura Ágil
- Nenhum

A empresa emprega algum conceito de modulação coordenada?

- Sim.
- Não.
- Pretende empregar

EXPECTATIVAS QUANTO A COORDENAÇÃO MODULAR.

Com o uso efetivo da Coordenação Modular:

- O Sr.(Sr.^a) acredita na valorização do processo de projeto e logo dos profissionais da área?
- Estabelecerá uma melhor comunicação entre os profissionais envolvidos no projeto?
- Proporcionará empreendimentos com uma melhor qualidade construtiva?

Comente a resposta. _____

ANEXO D – QUESTIONÁRIO FABRICANTE DE COMPONENTE

_ IDENTIFICAÇÃO

Produto produzido:

- Blocos Cerâmicos
- Blocos de concreto
- Esquadrias de madeira
- Esquadrias de alumínio
- Esquadrias de PVC
- Obra
- Outro: _____

Atividade desenvolvida:

- Fabricante
- Construtor

Quanto ao porte, como o Sr.(Sr.ª) classifica a empresa?

- Pequeno
- Micro
- Médio
- Grande

_ CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO CONSUMIDOR

Qual a quantidade média de componentes destinados a construtoras, lojas de materiais de construção e consumidor final?

- Construtoras: _____
- Lojas de materiais de construção: _____
- Consumidor final: _____

Existe a preocupação dos clientes, construtoras, lojas e pessoa física, com relação as dimensões dos elementos construtivos?

- Sim
- Não

Comente a resposta. _____

Na aquisição dos produtos indicar, em percentuais, a importância atribuída por cada cliente aos critérios apresentados?

CONSTRUTORA LOJA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CONSUMIDOR FINAL

	CONSTRUTORA	LOJA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	CONSUMIDOR FINAL
MATERIAL			
DIMENSÕES			
GEOMETRIA			
RESISTÊNCIA			
CUSTO			

_ PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O maquinário utilizado permite, à curto prazo, ajustes dimensionais na produção dos componentes construtivos?

- Sim
 Não

Indicar os componentes em que o maquinário permite esse ajuste. _____

_ CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES

Existe uma preocupação da fábrica com a produção de componentes construtivos com dimensões normalizadas?

- Sim
 Não

Descrição dos componentes.

CÓDIGO	COMPONENTE / MATERIAL	FUNÇÃO	FAMÍLIA	DIMENSÕES L x H x C	TOLERÂNCIA	NORMA UTILIZADA

_ LOGÍSTICA.

I – LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Qual o nível de conhecimento em logística da empresa?

- Nenhum
 Baixo
 Médio
 Suficiente
 Alto

A empresa possui um setor que trata diretamente da logística?

- Sim
 Não

A empresa promove uma interação de suas atividades logísticas com os parceiros?

- Sim
 Não

O que mais motivou a empresa a implantar o uso da logística no seu gerenciamento?

- Não há implantação da logística e nem prazo para que isso ocorra
 Não há implantação, mas já existe um estudo e em até dois anos será implantada
 Não há implantação, mas já existe um estudo e em mais de dois anos será implantada
 Exigência de clientes/fornecedores
 Redução nos custos
 Otimização do processo
 Aumento na competitividade
 Tendência de mercado

II – RELAÇÃO COM FORNECEDORES/PARCELIAS

A empresa procura manter parcerias com os clientes/fornecedores?

- Sim, totalmente
 Sim, parcialmente
 Não
 Existe a pretensão de iniciar parcerias

A empresa procura discutir com os clientes/fornecedores sempre que surgem novas exigências ou perspectivas de mudanças?

- Sim, sempre
- Sim, eventualmente
- Não

A empresa avalia seus fornecedores?

- Sim, sempre
- Sim, eventualmente
- Não

A empresa acredita que os resultados dessas avaliações podem auxiliar o aumento na qualidade dos serviços prestados pelos fornecedores?

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não auxiliam
- Geram conflitos

O fornecedor tem mostrado interesse em iniciar uma parceria com a empresa?

- Sim, muito interesse
- Sim, porém pouco interesse
- Nenhum interesse

– III – ESTOQUES

A empresa mantém estoques?

- Sim
- Não

De acordo com o que existe hoje de estoque na empresa, podemos classificar o volume estocado como:

- A empresa não possui estoque, produzindo somente a demanda (produção puxada)
- Baixo, existe apenas o estoque de segurança
- Alto, existe um grande volume estocado (produção empurrada)

A administração do estoque está ligada ao nível de serviço logístico oferecido pelos fornecedores?

- Sim
- Não

A empresa adota em seus processos a filosofia JIT?

- Sim, totalmente
- Sim, parcialmente
- Não
- Pretende adotar

A empresa adota a curva ABC para controlar o estoque?

- Sim
- Não
- Pretende adotar

– IV – TRANSPORTES

A empresa trabalha com que tipo de operação de transporte?

- Transporte por conta do fornecedor
- Transporte por conta da empresa
- Depende da negociação

A atividade de transporte da empresa é:

- Terceirizada
- Própria

A movimentação de materiais dentro do canteiro ocorre de que forma:

- Apenas Verticalmente
- Apenas Horizontalmente

São utilizadas as movimentações verticais e horizontais

Existe um controle da movimentação de materiais dentro do canteiro:

Sim, totalmente

Sim, parcialmente

Não

Há entrega paletizada?

Sim

Não

Comente a resposta. _____

Há diferença de custo de paletização?

Sim

Não

Comente a resposta. _____

Existe a exigência por parte do cliente quanto a paletização?

Sim

Não

Comente a resposta. _____

É realizada a venda técnica e o acompanhamento das obras?

Sim

Não

Comente a resposta. _____

A empresa investe em desenvolvimento tecnológico?

Sim

Não

Comente a resposta. _____

- V – QUALIDADE

A empresa possui alguma certificação?

Sim.

Quais? _____

Não

Pretende obter

Quais? _____

A empresa acredita que a certificação é importante para a melhoria dos processos e produtos?

Sim, totalmente

Sim, parcialmente

Não

- VI - MODULARIZAÇÃO

A empresa utiliza algum conceito de manufatura?

Sistema Toyota de Produção

Produção Enxuta

Manufatura Ágil

Nenhum

A empresa emprega algum conceito de modulação coordenada?

Sim.

Não.

Pretende empregar

_ EXPECTATIVAS QUANTO A COORDENAÇÃO MODULAR.

Com o uso efetivo da Coordenação Modular:

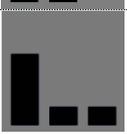
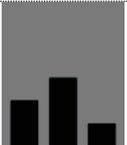
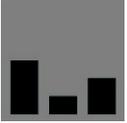
- O Sr.(Sr.^a) acredita que a atribuição de um módulo base à produção de componentes da construção civil, fator atribuído a industrialização aberta e à técnica de coordenação modular, possibilitará o comércio destes produtos com o exterior?

Comente a resposta. _____

_ DADOS COMPLEMENTARES

Percorrer a fábrica, elaborar fluxograma e fotografar o processo de produção dos componentes.

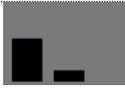
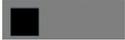
ANEXO E – RESUMO QUESTIONÁRIO – ARQUITETO

Questões	Gráfico	Sequência das respostas (I), (II) e (III)
	Resumo	
O Sr. (Sr. ^a) conhece a norma referente a coordenação modular (NBR 15.873:2010)?		Sim; Não
Ao conceber os seus projetos, o Sr. (Sr. ^a) faz uso de alguma modulação?		Sim; Não
Existe uma tipologia arquitetônica que favorece o uso de uma modulação ou seu uso é generalizado?		Sim; Não
Qual(is) a(as) grande(s) vantagem(ns) na utilização de um módulo base para a definição do projeto de arquitetura?		Agilidade na elaboração de memoriais e especificações; Não há vantagem; Simplifica a etapa de detalhamento
O uso da modulação como ferramenta de projeto tem ocorrido de forma constante ao longo da sua carreira profissional?		Sim; Não
O Sr. (Sr. ^a) tem se utilizado desta ferramenta para a definição dos projetos		Sim; Não
Mais recentes?		
Existe uma etapa crítica que caracteriza o processo de projeto		; outras opções
Modular?		
A utilização desta ferramenta caracteriza alguma limitação para o		Liberdade de projeto; Não estabelece limitações
Desenvolvimento do projeto de arquitetura?		
Em que etapa de projeto se		Anteprojeto; Estudo preliminar, Anteprojeto, Projeto executivo, Ao longo da construção
Estabelece a comunicação entre os		
Profissionais das diversas especialidades envolvidas no processo?		Projeto executivo; Anteprojeto; Anteprojeto, Projeto executivo; Anteprojeto,
Em geral, em que etapa são realizados o detalhamento e as especificações do projeto?		
O Sr. (Sr. ^a) utiliza algum material de apoio para promover a capacitação da mão de obra?		Não utiliza; Normas técnicas; Catálogos virtuais, Normas técnicas; Catálogos virtuais

Com o uso efetivo da Coordenação Modular: O Sr.(Sr.ª) acredita na valorização do processo de projeto e logo dos profissionais da área		Sim; Não
Com o uso efetivo da Coordenação Modular: Estabelecerá uma melhor comunicação entre os profissionais envolvidos no projeto?		Sim; Não
Com o uso efetivo da Coordenação Modular: proporcionará empreendimentos com uma melhor qualidade construtiva?		Sim; Não

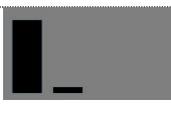
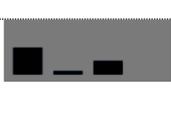
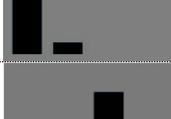
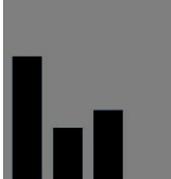
ANEXO F – RESUMO QUESTIONÁRIO - GERENTE DE OBRA

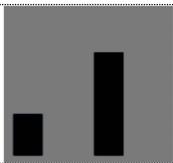
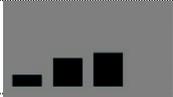
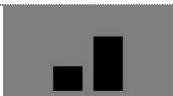
Questão	Gráfico resumo	Sequência das respostas (I), (II) e (III)
O Sr. (Sr. ^a) conhece a norma referente a coordenação modular (NBR 15.873:2010)?		Sim; Não
Existe uma tipologia arquitetônica que favorece o uso da modulação em obra, ou seu uso é generalizado?		Sim; Não
O uso da modulação como ferramenta em canteiro de obra tem ocorrido de forma constante ao longo da sua carreira profissional?		Sim; Não
Sr. (Sr. ^a) tem se utilizado desta ferramenta para a execução das obras mais recentes?		Sim; Não
Existe uma etapa crítica que caracteriza o uso da modulação em obra?		Desde o início do projeto; Alvenaria; Demais opções
Em que etapa da obra se estabelece a comunicação entre os profissionais das diversas especialidades envolvidas no processo?		Etapa de projeto; Ao longo da construção; Etapa de projeto e ao longo da construção
Analisando todo o processo de execução do empreendimento, quais as etapas que geram maior desperdício de componentes construtivos?		Alvenaria; Acabamentos; Supra estrutura, Alvenaria
Dentre estas etapas, qual a que contabiliza maior desperdício de tempo de mão-de-obra?		Amarração; Vãos das esquadrias; Execução da empena; Passagem de dutos e tubulações
Qual(is) o(s) problema(s) mais recorrente(s) que caracterizam os componentes construtivos empregados no processo de alvenaria no tocante a sua geometria?		Resistencia; Planeza das faces; Bloco irregular em geral;
Qual o nível de conhecimento em logística da empresa?		Suficiente; Médio; Alto
empresa possui um setor que trata diretamente da logística?		Sim; Não
A empresa promove uma interação de suas atividades logísticas com os parceiros?		Sim; Não
A empresa procura manter parcerias com os clientes/fornecedores?		Sim parcialmente. Sim totalmente Não

A empresa procura discutir com os clientes/fornecedores sempre que surgem		Sim, sempre; Sim, eventualmente
Novas exigências ou perspectivas de mudanças?		
A empresa avalia seus fornecedores?		Sim, sempre; Não respondeu
A empresa acredita que os resultados dessas avaliações podem auxiliar o aumento na qualidade dos serviços prestados pelos fornecedores?		Sim parcialmente; Sim totalmente; Não
O fornecedor tem mostrado interesse em iniciar uma parceria com a empresa?		Sim, porém pouco interesse; Sim, muito interesse
As empresas mantêm estoques?		Sim; Não
De acordo com o que existe hoje de estoque na empresa, podemos classificar o volume estocado como:		Baixo, existe apenas o estoque de segurança; Alto, existe um grande volume estocado (produção empurrada)
A administração do estoque está ligada ao nível de serviço logístico oferecido pelos fornecedores?		Sim; Não
A empresa adota em seus processos a filosofia JIT?		Sim parcialmente; Sim totalmente Não
A empresa adota a curva ABC para controlar o estoque?		Sim; Não
A empresa trabalha com que tipo de operação de transporte?		Transporte por conta do fornecedor; Depende da negociação; Transporte por conta da empresa
A atividade de transporte da empresa é:		Própria; Terceirizada
A movimentação de materiais dentro do canteiro ocorre de que forma		São utilizadas as movimentações verticais e horizontais
Existe um controle da movimentação de materiais dentro do canteiro:		Sim parcialmente; Sim totalmente Não
Existe a exigência por parte da empresa ao fabricante quanto à paletização?		Sim; Não
Existe a exigência por parte da empresa ao fabricante quanto à paletização?		A empresa exigiu paletização com menores dimensões para facilitar o transporte.

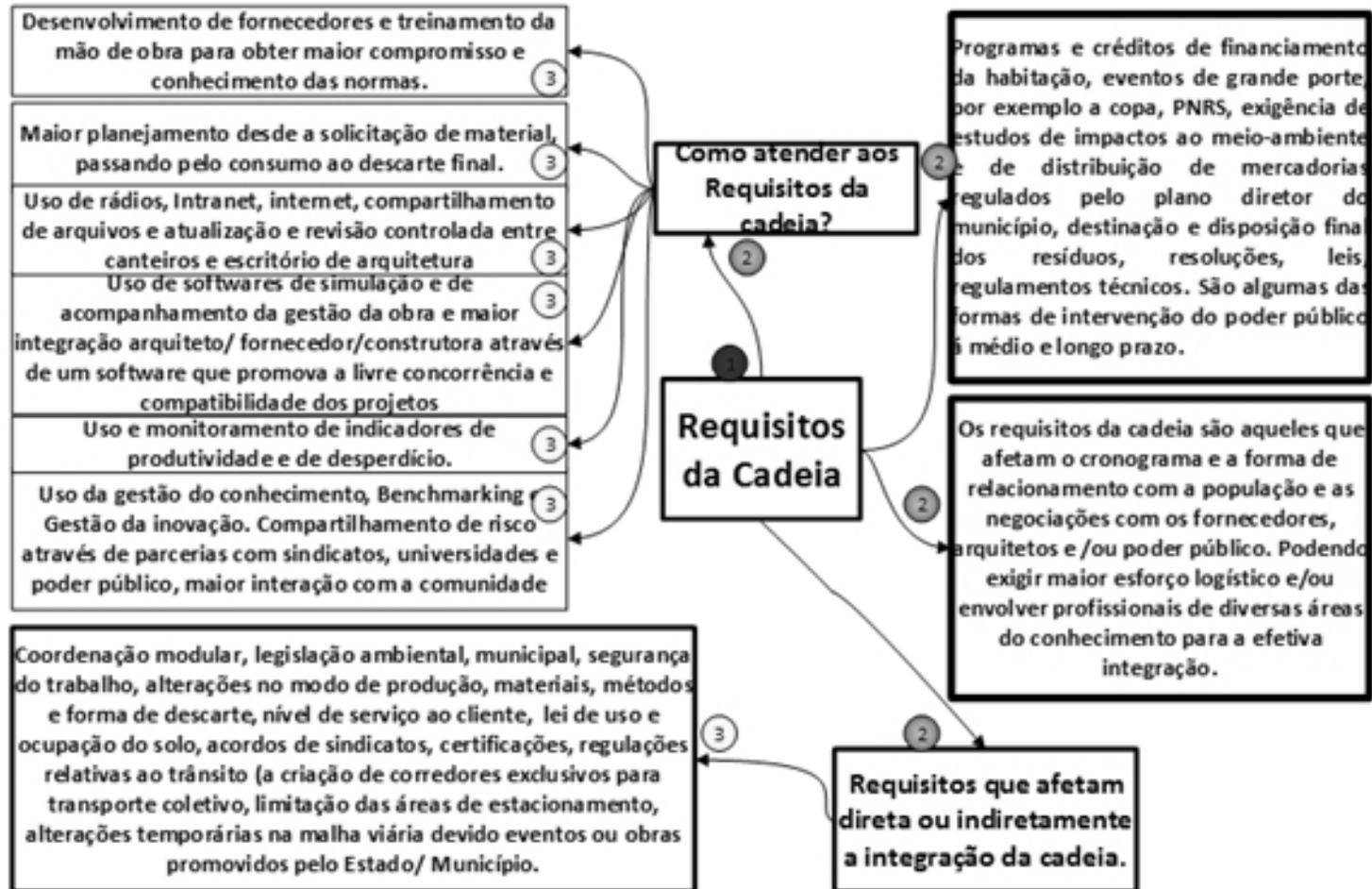
A empresa possui alguma certificação?		Sim; Não
Quais?		ISO 9001 / PBQP - H; Nenhuma
Pretende obter? Quais?		Nenhuma; ISO 14001; ISO 14001 / LEED
A empresa acredita que a certificação é importante para a melhoria dos Processos e produtos?		Sim parcialmente; Sim totalmente Não
A empresa utiliza algum conceito de Manufatura?		Nenhum; Sistema Toyota de Produção; Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta, Manufatura Ágil
Empresa emprega algum conceito de modulação coordenada?		Sim; Não
Com o uso efetivo da Coordenação Modular: O Sr.(Sr.ª) acredita na valorização do processo de projeto e logo dos profissionais da área?		Sim; Não
Com o uso efetivo da Coordenação Modular: Estabelecerá uma melhor comunicação entre os profissionais envolvidos no projeto?		Sim; Não
Com o uso efetivo da Coordenação Modular: proporcionará empreendimentos com uma melhor qualidade construtiva?		Sim; Não

ANEXO G – RESUMO QUESTIONÁRIO – FABRICANTE DE COMPONENTE

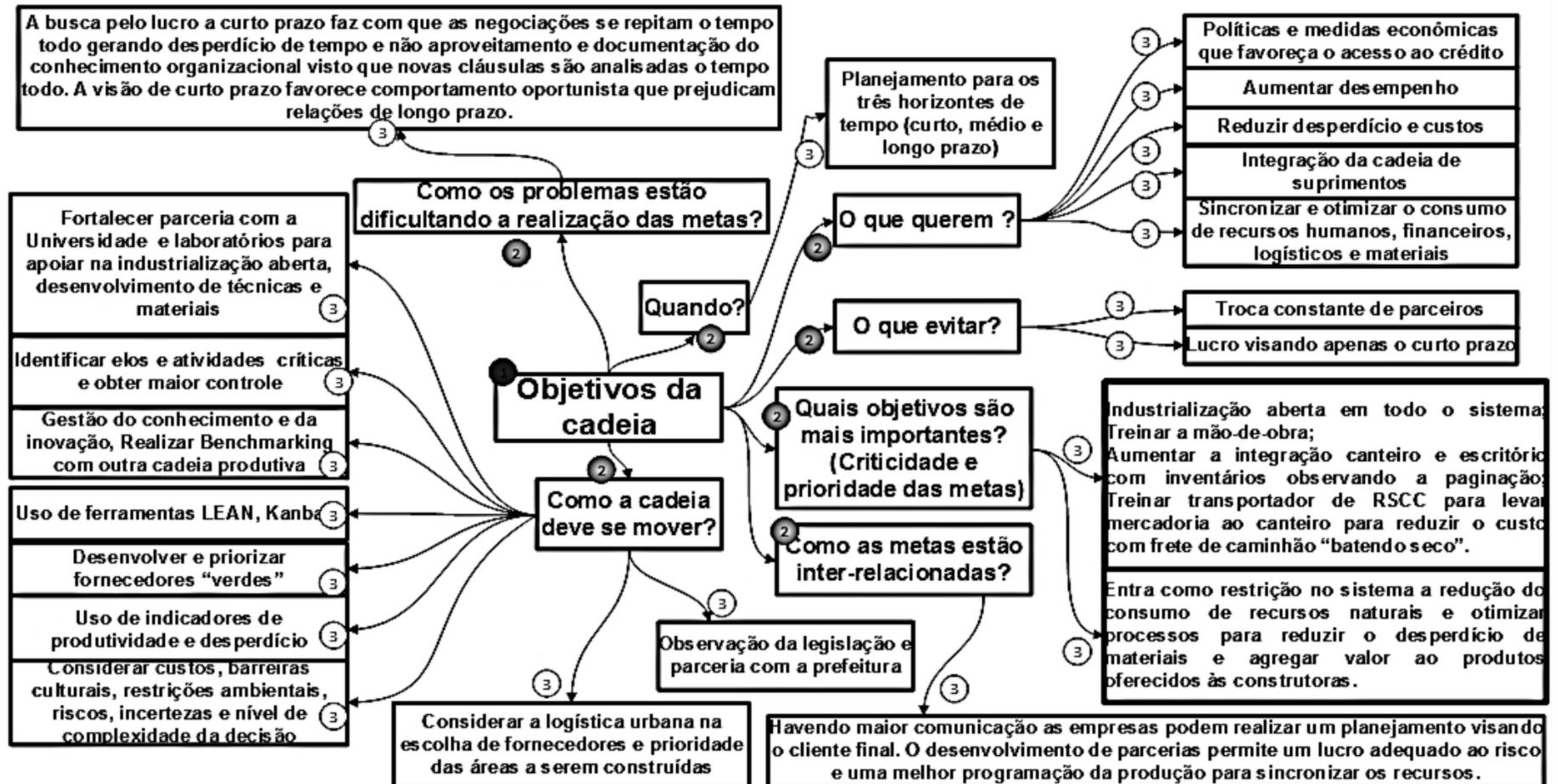
Questões	Sequência das respostas	Gráfico resumo
Produto produzido:	Blocos cerâmicos; Blocos de concreto; Esquadrias de madeira; esquadrias de alumínio	
Quanto ao porte, como o Sr.(Sr.ª) classifica a empresa?	Micro; Pequeno; Médio Grande	
Existe uma preocupação da fábrica com a Produção de componentes construtivos com dimensões normalizadas?	Sim; Não	
Qual o nível de conhecimento em logística da empresa?	Suficiente; Baixo; Médio; Alto	
A empresa possui um setor que trata diretamente da logística?	Sim; Não	
A empresa promove uma interação de suas atividades logísticas com os parceiros?	Sim; Não	
A empresa procura manter parcerias com os clientes/fornecedores?	Não; Sim, parcialmente; Sim, totalmente	
A empresa procura discutir com os Clientes/fornecedores sempre que surgem novas exigências ou perspectivas de mudanças?	Não; Sim eventualmente; Sim, sempre	
A empresa avalia seus fornecedores?	Não; Sim eventualmente; Sim, sempre	
A empresa acredita que os resultados Dessas avaliações podem auxiliar o aumento na qualidade dos serviços prestados pelos fornecedores?	Não; Sim, parcialmente; Sim, totalmente	
O fornecedor tem mostrado interesse em iniciar uma parceria com a empresa?	Nenhum; Sim. Porém pouco interesse; Sim, muito interesse	
As empresas mantêm estoques?	Sim; Não	
De acordo com o que existe hoje de estoque na empresa, podemos classificar o volume estocado como:	Baixo, existe apenas o estoque de segurança; A empresa não possui estoque, produzindo somente a demanda (produção puxada); Alto, existe um grande volume estocado (produção empurrada)	

A administração do estoque está ligada ao Nível de serviço logístico oferecido pelos fornecedores?	Sim; Não	
A empresa adota em seus processos a filosofia JIT?	Não; Sim, parcialmente; Sim, totalmente	
A empresa adota a curva ABC para controlar o estoque?	Sim; Não	
A empresa trabalha com que tipo de operação de transporte?	Depende da negociação; Transporte por conta da Empresa	
A atividade de transporte da empresa é:	Própria; Terceirizada	
A movimentação de materiais dentro do canteiro ocorre de que forma:	Apenas Horizontalmente; Apenas verticalmente; São utilizadas as movimentações verticais e horizontais	
Existe um controle da movimentação de materiais dentro do canteiro:	Não; Sim, parcialmente; Sim, totalmente	
Há entrega paletizada?	Sim; Não	
Há diferença de custo de paletização?	Sim; Não	
A empresa acredita que a certificação é importante para a melhoria dos processos e produtos?	Não; Sim, parcialmente; Sim, totalmente	
A empresa utiliza algum conceito de manufatura?	Nenhum; Manufatura ágil;	
A empresa emprega algum conceito de modulação coordenada?	Sim; Não	

APÊNDICE A – REQUISITOS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



APÊNDICE B – OBJETIVOS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



APÊNDICE C – ATORES E RECURSOS DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

