

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**A Engenharia de Produção Como Aliada Para Reduzir a
Geração de Resíduos da Construção Civil**

Priscilla Benites de Campos

TCC-EP-63-2008

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**A Engenharia de Produção Como Aliada Para Reduzir a
Geração de Resíduos da Construção Civil**

Priscilla Benites de Campos

TCC-EP-63-2008

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.
Orientador(a): *Prof^ª. Eneida Sala Cossich*

**Maringá - Paraná
2008**

Priscilla Benites de Campos

A Engenharia de Produção Como Aliada Para Reduzir a Geração de Resíduos da Construção Civil

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof^a. Eneida Sala Cossich
Departamento de Engenharia Química, CTC

Prof^a. Márcia Marcondes Altimari Samed
Departamento de Informática, CTC

Prof^a. Keila Regina Uezi
Departamento de Engenharia Civil, CTC

Maringá, setembro de 2008

DEDICATÓRIA

A Deus, meu Pai e Criador, que me capacitou e me permitiu chegar até aqui, pela força do Seu Espírito Santo.

A Jesus, meu Senhor e maior amigo, que sempre esteve comigo em todos os momentos.

Aos meus pais, Aleini e Jeane, meus educadores, por cujo amor e dedicação eu serei eternamente grata.

Ao Alceu, meu namorado, por seu amor e presença, que tornam minha vida mais feliz.

EPÍGRAFE

“Até agora, o homem esteve contra a Natureza. De agora em diante, ele estará contra a sua própria natureza.”

Dennis Gabor, *Inventing the Future*, 1964

AGRADECIMENTOS

À Professora Eneida Sala Cossich, pela orientação e colaboração para a concretização deste trabalho.

À Professora Keila Regina Uezi, pelos materiais indicados e emprestados, e pelas dicas e dúvidas sanadas.

À Engenheira Claudinéia, que permitiu e facilitou a utilização da obra que foi objeto de pesquisa deste trabalho.

Aos funcionários da obra, Sr. João, Adão, por sua contribuição, cordialidade e disponibilidade em ajudar.

Ao Sr. Ednilson, da Secretaria do Meio Ambiente, por todas as informações disponibilizadas.

A todos os profissionais que se dispuseram a responder os questionários.

Aos amigos Romeu, Mayra, Rodrigo, Ronaldo, Ettiana, Robinho, Thiago, Thiaguinho, Erick, por tornarem mais alegres esses anos de estudos.

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Os problemas causados ao ambiente pelos resíduos sólidos dispostos de forma incorreta são preocupantes, e a construção civil tem contribuído muito para agravá-los através da imensa quantidade de resíduos que tem sido gerada. Diante disso, para conhecer a situação da cidade de Maringá em relação aos resíduos de construção civil (RCD), as possíveis causas que levam à geração dos mesmos, bem como as maneiras com que os diversos agentes têm lidado com esse problema, foram utilizados questionários destinados aos coletores de RCD, às construtoras e aos trabalhadores da construção civil, além de uma entrevista com um funcionário da Secretaria do Meio Ambiente e um período de observação em uma obra em andamento. Por esses meios, foi possível verificar, que, em comprovação ao que foi encontrado na teoria, o setor é extremamente carente de informações relevantes na busca de soluções para o problema dos RCD, e as empresas, por sua vez, ainda se limitam apenas aos métodos convencionais de construção, em detrimento da racionalização e da industrialização do setor.

Palavras-chave: Resíduos de Construção Civil (RCD). Meio-ambiente. Racionalização. Industrialização. Métodos. Tecnologias. Desperdício. Perdas.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL NA ECONOMIA DO PAÍS.....	2
2.2 INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA GRANDE GERADORA DE RESÍDUOS.....	3
2.3 RCD: GERADORES X DESTINAÇÃO.....	6
2.4 RESOLUÇÃO CONAMA 307.....	8
2.5 ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA RECICLAGEM.....	12
2.6 A GERAÇÃO DE RESÍDUOS COMO FUNÇÃO DAS PERDAS DE MATERIAIS.....	13
2.7 OS FATORES DE PRODUÇÃO NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	17
2.8 A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	20
2.8.1 QUALIDADE TOTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
2.8.2 LOGÍSTICA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL.....	25
2.8.3 JUST-IN-TIME (JIT).....	28
2.8.4 MÉTODO 5S.....	29
2.8.5 COORDENAÇÃO DE PROJETOS: ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO.....	30
2.8.6 PROJETO DE PRODUÇÃO E PROJETO PARA PRODUÇÃO.....	31
2.8.7 RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	33
2.8.8 TECNOLOGIAS PARA A RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	37
2.8.8.1 DRYWALL.....	37
2.8.8.2 ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS.....	38
2.8.8.3 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	42
3. DESENVOLVIMENTO.....	44
3.1 METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS.....	44
3.1.1 ENTREVISTA COM FUNCIONÁRIO DA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE.....	44
3.1.2 QUESTIONÁRIO DESTINADO ÀS CONSTRUTORAS.....	44
3.1.3 QUESTIONÁRIO DESTINADO ÀS EMPRESAS COLETORAS.....	45
3.1.4 QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	45
3.1.5 OBSERVAÇÃO NA OBRA.....	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1 PERFIL DAS CONSTRUTORAS.....	46
4.2 PERFIL DAS EMPRESAS COLETORAS.....	49
4.3 PERFIL DOS TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	49
4.4 OBSERVAÇÃO NA OBRA.....	52
4.4.1 PERDAS POR TRANSPORTE DOS MATERIAIS.....	55
4.4.2 PERDAS NA ESTOCAGEM DE MATERIAIS.....	56

4.4.3 TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO.....	57
4.4.5 GERENCIAMENTO DOS RCD NA CIDADE DE MARINGÁ.....	62
5. CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS.....	69
APÊNDICE A.....	71
APÊNDICE B.....	72
APÊNDICE C.....	74
ANEXO A.....	76
ANEXO B.....	79

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1: ORIGEM DO RCD EM ALGUMAS CIDADES BRASILEIRAS (% DA MASSA TOTAL).....	7
FIGURA 2.2: CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	9
FIGURA 2.3: MONTAGEM DE UMA PAREDE EM DRYWALL.....	38
FIGURA 2.4: ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO.....	39
FIGURA 2.5: BANHEIRO PRÉ-FABRICADO EM CONCRETO ARMADO.....	39
FIGURA 2.6: BANHEIRO PRÉ-FABRICADO EM DRYWALL.....	40
FIGURA 2.7: EDIFÍCIO CONSTRuíDO COM PAINÉIS ARQUITETÔNICOS.....	41
FIGURA 2.8: LAJES ALVEOLARES.....	42
FIGURA 4.1: PORTE DAS OBRAS EXECUTADAS.....	46
FIGURA 4.2: GERAÇÃO DE ENTULHO EM FUNÇÃO DO PORTE DAS OBRAS.....	46
FIGURA 4.3: NÍVEL DE PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO DAS OBRAS.....	47
FIGURA 4.4: PERÍODO ENTRE TREINAMENTOS.....	47
FIGURA 4.5: MÉTODOS E TECNOLOGIAS UTILIZADOS NAS OBRAS.....	48
FIGURA 4.6: IDADE DOS TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	49
FIGURA 4.7: TRANSPORTE DE MATERIAIS.....	54
FIGURA 4.8: DESCARGA DE LAJOTAS.....	55
FIGURA 4.9: ESTOCAGEM DOS MATERIAIS.....	56
FIGURA 4.10: PERDA DE ARGAMASSA NA EXECUÇÃO DA ALVENARIA.....	57
FIGURA 4.11: PASSAGEM DE UTUBULAÇÕES ELÉTRICAS NA ALVENARIA.....	57
FIGURA 4.12: PAREDE CHAPISCADA COM MÉTODO CONVENCIONAL.....	58
FIGURA 4.13: PAREDE CHAPISCADA COM ROLO.....	58
FIGURA 4.14: LIMPEZA NA OBRA QUANDO UTILIZADO O CHAPISCO ROLADO.....	58
FIGURA 4.15: ENTULHO GERADO EM CONSEQÜENCIA DE MUDANÇAS ARQUITETÔNICAS EM UM APARTAMENTO.....	59
FIGURA 4.16: ENTULHO GERADO EM UM SUBSOLO.....	60
FIGURA 4.17: MADEIRA PARA DESCARTE.....	60
FIGURA 4.18: DEPOSIÇÃO IRREGULAR NA PERIFERIA DE MARINGÁ.....	61
FIGURA 4.19: PROJETO PARA “ECOPONTO”.....	63
FIGURA 4.20: PEDREIRA ONDE SERÁ INSTALADA UMA ÁREA DE TRIAGEM E RECICLAGEM.....	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ EM 1996.....	5
TABELA 2.2: TOTAL DE DEPOSIÇÕES IRREGULARES EM ALGUNS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.....	8
TABELA 2.3: TOTAL DE BOT A-FORAS EM ALGUNS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.....	8
TABELA 4.1: RESULTADOS DA QUANTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	52
TABELA 4.2: DENSIDADE DE ALGUNS DOS MATERIAIS ENCONTRADOS NA AMOSTRA DE ENTULHO.....	53
TABELA 4.3: QUANTIDADE DE ENTULHO POR CAÇAMBA.....	53

1. INTRODUÇÃO

Os problemas causados pela gestão inadequada dos resíduos sólidos fazem parte de uma triste realidade cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, e têm se tornado motivo de grande preocupação, não mais apenas para ambientalistas, mas para toda a população.

O setor da Construção Civil, que demanda imensas quantidades de materiais, figura como um dos maiores geradores de resíduos sólidos, e, desde que se tomou consciência da sua parcela de “culpa” nesse problema, várias pesquisas têm tentado quantificar esses resíduos e apresentar soluções para o seu gerenciamento. É notável, no entanto, a dificuldade em se lidar com essa questão, pois, por mais eficiente que seja a alternativa encontrada, esta não somente é sempre dispendiosa em termos financeiros, como também requer grandes áreas e altíssimo nível de participação de todas as partes envolvidas.

A partir disso, percebeu-se a necessidade de investigar este problema por outro ângulo, ou seja, buscar alternativas de caráter proativo, a fim de não somente resolver o problema, mas evitar que ele ocorra. Para isso, buscou-se na literatura, as causas que levam à geração de resíduos e os meios de atuar sobre elas, minimizando sua ocorrência e conseqüentemente, a ocorrência do problema. Assim, verificou-se que a Engenharia de Produção dispõe de inúmeras ferramentas que podem ser úteis nessa questão.

Para verificar na prática aquilo que é proposto na literatura, com o objetivo de propor novas formas de resolver o problema, realizou-se pesquisas de campo através de questionários destinados aos agentes, como empresas construtoras, empresas coletoras de resíduos e trabalhadores da construção civil, e observações em uma obra na cidade de Maringá.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Construção Civil na Economia do País

A Construção Civil é um setor de fundamental importância para a economia do país. O Macro Setor da Construção – que abrange o setor da construção propriamente dito e os segmentos que fornecem matéria-prima, equipamentos e serviços ligados à construção – participava no total do Produto Interno Bruto da economia, em 1998, com cerca de 18%. Isso equivale a dizer que, nessa época, o chamado *Construbusiness* movimentou aproximadamente R\$162 bilhões, enquanto o setor da construção isoladamente (que participa com 10,26% do PIB) adicionou valor à economia no montante de R\$83 bilhões, sendo responsável por 30,23% do produto industrial no que se refere ao valor gerado pela indústria como um todo, gerando 285 postos de trabalho indiretos na economia para cada 100 postos de trabalho gerados diretamente (CBIC, 1999).

Em 2005, essa potencialidade é confirmada por Souza (2005), que relata que, “o *Construbusiness* - a cadeia produtiva em que se insere a construção – responde por valores superiores a 15% do PIB nacional e que ocupa diretamente cerca de 4 milhões de pessoas, gerando para cada um desses, 3 empregos indiretos”.

Segundo levantamento do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (Sinduscon-SP) e da FGV Projetos, baseado em dados do Ministério do Trabalho, em 2007, o crescimento do setor foi de 13,3%, sendo a maior alta da história desde que se iniciou essa pesquisa. A geração de empregos foi liderada pelo setor entre todas as atividades da economia, elevando o total de trabalhadores na construção para 1,7 milhão (Porto, 2008).

Em 2008, a indústria da construção civil continua demonstrando vigor e importância no cenário de retomada do crescimento sustentado no Brasil. Segundo levantamento do SINDUSCON - SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo) e da FGV Projetos, no primeiro trimestre de 2008 o setor já criou 113,8 mil vagas para o país - mais que a metade do total de vagas geradas em todo o ano de 2007, quando registrou 206,6 mil novos postos ao longo do ano. Comparado ao desempenho do mesmo período do ano anterior, significa um crescimento de 185,5%, e estima-se que até 2010 sejam criados 100 mil novos postos de trabalho com carteira assinada (Rezende, 2008).

Esse crescimento é influenciado por fatores como o crescimento na produção de insumos típicos da construção civil, maior oferta de crédito e sua facilidade de obtenção, desoneração tributária, melhor renda e emissões de ações de empresas do setor, os quais desenham um futuro muito promissor para a atividade. Entretanto, à medida que o setor cresce, surgem gargalos como a falta de mão-de-obra, alta nos preços dos materiais e supervalorização em algumas áreas devido à “corrida” por terrenos das construtoras de capital aberto, que precisam lançar investimentos para manter e valorizar o preço de seus papéis. Tais fatores podem ser obstáculos para a continuidade do crescimento, e para que isso não aconteça, dependerão ainda mais de medidas de incentivo do governo e talvez até mesmo de importação (Auriemo, 2008).

Desde o início do *boom*, há cerca de dois anos, o setor vem absorvendo um grande número de engenheiros, pedreiros e mestres-de-obras que estavam parados no mercado. Segundo dados do IBGE, os empregos da construção civil cresceram 7% entre 2006 e 2007. No Rio Grande do Sul, Júlio César Lamb, da Lamb Engenharia, calcula que o déficit de pessoas chegará a 20 mil até o próximo ano. Já Normando Dau, vice-presidente do Sindicato das Indústrias de Construção Civil do Paraná (Sinduscon-PR), acredita que a falta de profissionais não é o principal problema do setor, mas sim capacitá-los (Arechavaleta, 2008). Entretanto, de acordo com Maurício Mangolin, gerente da Agência do Trabalhador de Maringá, encontrar trabalhadores para preencher as muitas vagas disponíveis, é tão difícil quanto foi encontrar pessoas dispostas a preencher as 25 vagas do curso que foi oferecido pela agência, que oferecia além de vale-transporte e vale-refeição, um kit ferramentas e garantia de emprego para quem se destacasse. Mangolin afirma que os salários são os maiores dentro da faixa de até três salários mínimos, e ainda assim as contratações de janeiro a maio foram menos da metade de contratações do comércio, da indústria de transformação e de prestação de serviços (Linjardi, 2008).

2.2 Indústria da Construção Civil: Uma Grande Geradora de Resíduos

O que mais se tem visto e ouvido nos dias de hoje são eventos, notícias, alertas e todo tipo de coisa a respeito dos problemas ambientais causados pela imensa geração de resíduos sólidos, consequência de uma sociedade capitalista e exageradamente consumista, onde a velocidade do desenvolvimento da tecnologia e a “necessidade” de se obter toda a parafernália tecnológica que está na última moda, têm ditado as regras do estilo de vida de toda a população, desde crianças até adultos. Paralelamente, o enorme crescimento do setor da

construção civil, reflete diretamente na geração de resíduos de construção e demolição (RCD).

A construção civil chega a consumir cerca de uma tonelada de materiais por metro quadrado de construção. Se comparado à indústria automobilística, pode-se ter a falsa impressão de que o consumo de matérias-primas dos setores é equivalente, visto que um automóvel pesa, em média, o mesmo. Porém, a proporção de fabricação anual entre ambas, segundo especialistas, gira entre 100 e 200 para 1. Ou seja, em um ano, a indústria automobilística produz apenas 1% do que produz a indústria da construção civil. Assim, um único edifício, pode demandar para sua construção, imensas quantidades de areia, britas, cimento, aço, chapas de compensado, madeira serrada, blocos, tijolos entre muitos outros (Souza, 2005).

Como se sabe, a construção é conhecida por seus grandes índices de desperdício, e como se pode concluir, todo esse consumo leva a um grave problema: toneladas de entulho geradas dia após dia. E o problema salta aos olhos, pois em qualquer centro urbano é possível avistar inúmeras caçambas de entulho, além de terrenos que constituem verdadeiros depósitos de lixo.

De acordo com Pinto (1999), essa situação se espalha pelo Brasil afora, conforme os dados mostrados na Tabela 1, que são resultado de um diagnóstico realizado na cidade de Santo André – SP, e fica evidente o grande percentual de RCD no volume de lixo total gerado diariamente. Outro detalhe destacado pelo autor é a dificuldade em se obter um quadro confiável da situação dos RCD, para que se possa então, implantar uma política realmente eficaz.

Tabela 2.1: Caracterização dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Santo André em 1996.

	Domiciliar	Serviços Saúde	Volumosos	Industrial	RCD	Total
Geração Diária (t/dia)	674 (1)	7 (1)	52 (1)	129 (1)	1.013 (1) (2)	1.910
Participação no total (%)	32,57%	0,37%	2,72%	6,75%	57,59%	100

(1) Informações SSM/PMSA; (2) Informações coletores privados. – Fonte: Pinto (1999).

Um dos fatores que dão origem a essa dificuldade é o fato de que por muito tempo o tratamento do saneamento urbano deu grande ênfase apenas ao abastecimento, em detrimento da coleta e, principalmente, da destinação. Somente no final dos anos 90 percebeu-se a necessidade de se ampliar o conceito de saneamento básico para saneamento ambiental, a fim

de que o mesmo lidasse de forma integrada com os diversos componentes que influenciam a qualidade do meio urbano, tais como água, esgoto, resíduos sólidos, drenagem e controle de vetores (Pinto, 1999).

Até mesmo em países desenvolvidos como os EUA, verifica-se a dificuldade na caracterização dos resíduos. Relatórios da E.P.A.- Agência de Proteção Ambiental dos EUA - após apresentarem em 1986 uma estimativa da geração anual de 31,5 milhões de toneladas de RCD no país, só voltaram a mencioná-los em 1996, estimando uma geração de 136 milhões de toneladas, sobre a qual houve contraposições por parte da C&D Industry – Indústria da Construção e Demolição, que exigiram que o relatório fosse revisado quanto a geração dos RCD (Pinto, 1999).

Embora os dados apresentados sejam de alguns anos atrás, a dificuldade em se encontrar dados atuais confirma que a carência de caracterização dos RCD ainda persiste. Para Pinto (2005), é a falta de efetividade ou, em alguns casos, a inexistência de políticas públicas que disciplinem e ordenem os fluxos da destinação dos resíduos da construção civil nas cidades, associada ao descompromisso dos geradores no manejo e, principalmente, na destinação dos resíduos, que fazem com que a questão continue atual, e assim, as cidades, em especial os grandes centros, sofrem as conseqüências como:

- Degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- Proliferação de agentes transmissores de doenças;
- Assoreamento de rios e córregos;
- Obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias, sarjetas, etc.
- Ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana;
- Existência e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade, entre outros.

Os resíduos de construção, embora não poluam diretamente o ambiente por sua composição, pela quantidade em que têm sido produzidos, unida à falta de uma gestão apropriada, conduzem a problemas tais como os citados acima, que causam sérios danos à população

como um todo. Sendo assim, é preciso buscar as causas que dão origem a esse problema, a fim de encontrar alternativas que o minimizem.

2.3 RCD: Geradores X Destinação

Para se trabalhar com a questão dos RCD é importante, primeiramente, conhecer os agentes geradores e o destino que tem sido dado a eles. Segundo Pinto e Gonzáles (2005), os principais agentes geradores de volumes significativos de resíduos de construção e demolição podem ser divididos em:

- Executores de reformas, ampliações e demolições que, no conjunto, consistem na fonte principal desses resíduos;
- Construtores de edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos - com áreas de construção superiores a 300 m², cujas atividades quase sempre são formalizadas;
- Construtores de novas residências, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto as pequenas residências de periferia, quase sempre auto-construídas e informais.

A partir desta classificação, o mesmo estudo afirma que cada agente tem parcelas diferentes de participação na geração de resíduos (Figura 2.1). Pinto (2005) também aborda essa diferença, afirmando que “cerca de 75% dos resíduos gerados pela construção nos municípios provêm de eventos informais (obras de construção, reformas e demolições, geralmente realizadas pelos próprios usuários dos imóveis)”, salientando porém que, embora a construção formal participe apenas com 15% a 30% na geração de resíduos, a sua destinação também é inadequada, gerando danos ambientais e levando a penalidades por crime ambiental. Isso mostra a dificuldade de se manter controle sobre os RCD; consequência das dificuldades em se controlar os próprios agentes.

Um exemplo que ilustra essa situação é diagnóstico realizado pela Prefeitura Municipal de Santo André-SP, que mostrou que os maiores problemas relacionados à quantidade e à destinação dos resíduos - tais como deposição ilegal - estavam relacionados à construção informal. A partir dos dados desse estudo, e diante da dificuldade de ação no âmbito informal, dentro de um conjunto de ações, teve destaque a implementação de um programa de aumento na eficiência do uso de materiais dentro de um grupo de construtoras da região, com a ajuda

do Departamento de Engenharia de Construção Civil da USP. A filosofia do programa partia do pressuposto que “a sensibilização do operário da construção formal, acaba tendo reflexos no da construção informal, seja porque este, numa fase da sua vida, passa pela construção formal, ou porque indiretamente, acaba sendo influenciado pelos colegas de construtoras” (Souza, 2005).

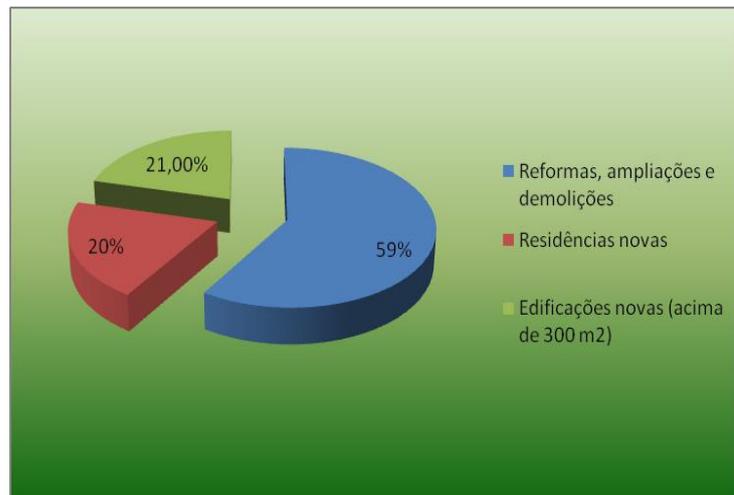


Figura 2.1: Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total).
Fonte: Pinto e Gonzáles (2005)

Apesar de medidas como essa surtirem resultados positivos, elas não são suficientes para conter a destinação incorreta; em parte porque uma parcela dos resíduos é gerada pela população de baixa renda, freqüentemente por processos de autoconstrução, que fazem o descarte em pontos avulsos, formando “deposições irregulares”, e utilizam normalmente carroças de tração animal para a coleta, sobre as quais não se detém controle. A maior parte dos resíduos, porém, é descartada em “bota-foras” – como são chamadas as áreas, públicas ou privadas de maior dimensão, utilizadas para atividades de aterro realizadas sem nenhum controle técnico, oferecidas para este fim, normalmente com interesse em corrigir sua topografia. Como elas se esgotam rapidamente, encontram-se vários bota-foras operando simultaneamente nas cidades, os quais surgem principalmente devido à ação de empresas que coletam os resíduos de obras de maior porte e não são controladas, embora muitas vezes haja o consentimento das administrações locais (Pinto e Gonzáles, 2005).

Tanto os bota-foras como as deposições irregulares são comuns, principalmente, em bairros periféricos de menor renda, onde o número de áreas livres é maior. Com freqüência, as áreas degradadas colocam em risco a estabilidade de encostas e comprometem a drenagem urbana,

demonstrando que os agentes responsáveis pelo descarte de resíduos não estão preocupados com os custos sociais que a atividade representa para as cidades. Além disso, é importante notar que esses locais provocam uma atração praticamente irresistível para o lançamento clandestino de outros tipos de resíduos não inertes, de origem doméstica e industrial. Com isso, é acelerada a sua degradação ambiental e torna-se ainda mais complexa e cara a possibilidade de sua recuperação futura, o que aumenta a urgência de medidas para acabar com esses locais e evitar o surgimento de outros (Pinto e Gonzáles, 2005).

Nas Tabelas 2.2 e 2.3 são apresentadas as quantidades de deposições irregulares e bota-foras em alguns municípios do país.

Tabela 2.2: Total de deposições irregulares em alguns municípios do Brasil.

Município (mês e ano)	Total de deposições
São José dos Campos – SP (9/95)	150
Ribeirão Preto – SP (11/95)	170
Jundiaí – SP (7/97)	226
Santo André – SP (10/97)	383
Vitória da Conquista – BA (6/98)	62
Uberlândia – MG (10/00)	158
Guarulhos – SP (6/91)	100
Piracicaba – SP (10/01)	170

Fonte: I&T Informações e Técnicas.

Tabela 2.3: Total de bota-foras em alguns municípios brasileiros.

Município (mês e ano)	Total de bota-foras
São José dos Campos – SP (9/95)	13
Ribeirão Preto – SP (11/95)	8
Jundiaí – SP (7/97)	21
São José do Rio Preto – SP (9/97)	17
Santo André – SP (10/97)	4
Vitória da Conquista – BA (6/98)	3
Uberlândia – MG (10/00)	2
Guarulhos – SP (6/91)	17
Piracicaba – SP (10/01)	14

Fonte: I&T Informações e Técnicas.

2.4 Resolução Conama 307 de 2002

Em vista do crescimento do problema dos resíduos sólidos, foi promulgado em 10/06/2001, o Estatuto das Cidades, Lei federal nº 10.257 que estabelece diretrizes para o desenvolvimento

sustentado nos aglomerados urbanos do país, exigindo a adoção de políticas setoriais, articuladas e sintonizadas com seus respectivos planos diretores, entre as quais se inclui a política para a gestão de resíduos sólidos.

Em primeira instância, deu-se maior ênfase no tratamento dos resíduos domiciliares. Entretanto, por meio de levantamentos realizados em diversas localidades do Brasil, constatou-se que, para cada tonelada de lixo domiciliar, são geradas duas toneladas de entulho (Figura 2.2) (Pinto e Gonzáles, 2005):

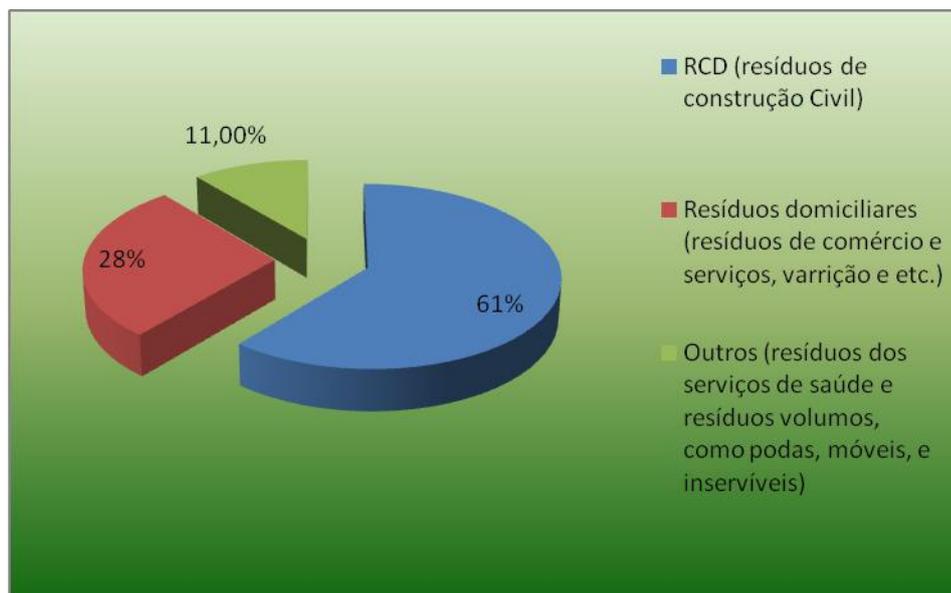


Figura 2.2: Caracterização dos resíduos sólidos- Fonte: Pinto e Gonzáles (2005)

O cenário brasileiro em 2001, com relação ao tratamento dos resíduos da construção, não era dos melhores. Com a exceção da indústria cimenteira, que reciclava escórias de alto forno e cinzas volantes, e da indústria do aço, a reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil era ainda muito pequena, se comparada aos países de primeiro mundo. Na Europa, por exemplo, a reciclagem de RCD iniciou-se após a segunda guerra mundial, e, nessa época, já atingia cerca de 90% do total gerado (Ângulo *et al*, 2001).

Com a “descoberta” desse problema, visto que esse tipo de lixo tem origem, composição e conseqüências que diferem do lixo domiciliar, foi aprovada pelo CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - a Resolução 307 de 05/07/2002 (Anexo A), que trata especificamente dos resíduos de construção civil, na qual se definiu entre outras coisas, responsabilidades e deveres, tornando obrigatória a implantação de Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (PIGRCC) pelo poder local de todos os municípios e no Distrito Federal, a fim de se superar essa realidade. Toda a sistemática para

execução destes planos encontra-se no Manual de Gestão de Resíduos da Construção Civil - Pinto e Gonzáles (2005) - material fornecido pela Caixa Econômica Federal, Ministério das Cidades e Ministério do Meio Ambiente às entidades dos setores público e privado. De acordo com as orientações do manual, os planos devem ser dimensionados e estruturados de acordo com a realidade de cada cidade, levando em conta a diversidade das mesmas, e sendo composto de:

- Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e transportadores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local;
- Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que devem ser elaborados e implementados pelos grandes geradores - tanto públicos quanto privados. O objetivo destes projetos é estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos, e devem contemplar as seguintes etapas:
 - Caracterização: o gerador deve identificar e quantificar os resíduos;
 - Triagem: realizada preferencialmente pelo gerador na origem ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para esta finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas na Resolução CONAMA 307/2002;
 - Acondicionamento: o gerador deve garantir o acondicionamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
 - Transporte: deve ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
 - Destinação: deve estar de acordo com as classes de resíduos estabelecidas na Resolução 307.

As ações oriundas dessa política de gestão dos RCD devem atingir os seguintes objetivos:

- Destinação adequada dos grandes volumes;

- Preservação e controle das opções de aterro;
- Disposição facilitada de pequenos volumes;
- Melhoria da limpeza e da paisagem urbana;
- Preservação ambiental;
- Incentivo às parcerias;
- Incentivo à presença de novos agentes de limpeza;
- Incentivo à redução de resíduos na fonte;
- Redução dos custos municipais;

Tendo como diretrizes básicas:

- Facilitar a correta ação dos agentes, criando instrumentos institucionais, físicos e jurídicos, para que os mesmos exerçam suas responsabilidades;
- Disciplinar a ação dos agentes e dos fluxos de materiais;
- Incentivar a adoção dos procedimentos, criando medidas social, econômica e ambientalmente vantajosas.

Para a definição concreta de um PIGRCC, nos moldes da Resolução 307 do CONAMA, é necessário realizar um diagnóstico que permita identificar as condições de geração, os fluxos de materiais e os impactos (tanto ambientais quanto econômicos) decorrentes das atividades em cada local, para que posteriormente, sejam definidas e priorizadas as soluções adequadas para cada caso. As ações destinadas aos resíduos dos pequenos geradores, de um modo geral provenientes de pequenas construções e reformas em regiões menos centrais dos municípios, por princípio, devem ser definidas, no âmbito do Programa Municipal de Gerenciamento, como um serviço público de coleta, ancorado em uma rede de pontos de entrega, instrumento de ação pública, que expressa os compromissos municipais com a limpeza urbana, de maneira consistente com as características dos problemas encontrados nos diversos bairros dos centros urbanos. Já o gerenciamento dos grandes volumes de RCD, caracteriza-se como uma ação de agentes privados regulamentada pelo município, submetendo-se aos princípios e diretrizes

contidos no Plano Integrado de Gerenciamento e à ação gestora do poder local, por meio dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos e dos compromissos com transportadores cadastrados e áreas de recepção licenciadas. Enfim, o PIGRCC deve abranger todas as dimensões da indústria da construção, desde os pequenos geradores, informais ou não, até os grandes geradores.

2.5 Aspectos Positivos e Negativos da Reciclagem

A reciclagem é uma das alternativas utilizadas atualmente para tratar os resíduos de construção, e que apresenta bons resultados. Além da diminuição dos custos de gerenciamento do resíduo, o custo do produto reciclado é bem menor que o agregado natural. Brito Filho *apud* Leite (2001) observa que se obtém uma economia de 67%, em média, quando comparados os preços de agregado reciclado e agregado natural. A reciclagem pode reduzir o consumo de recursos não renováveis e de energia, reduzir a necessidade de áreas para aterro, reduzir a poluição. Porém, a variabilidade de composição do RCD e a introdução do gesso nos revestimentos, tornaram-se complicadores. Além disso, antes de se decidir por tal alternativa, deve-se pensar em vários aspectos, como a tecnologia, a finalidade do produto reciclado, a energia que será gasta no processo, o tipo de resíduo, as outras matérias-primas que serão utilizadas para a transformação do produto, os resíduos que serão gerados no processo de reciclagem - que podem ser mais danosos do que o resíduo reciclado, o reaproveitamento do novo produto reciclado ao fim de sua vida útil, a fim de fechar o ciclo, o risco à saúde dos usuários do novo material. Enfim, a reciclagem de um produto deve ser avaliada de todas as maneiras possíveis, pois de outra forma, o produto reciclado pode causar mais danos ao ambiente e ao homem do que o próprio resíduo (Ângulo *et al.*, 2001).

O trabalho desenvolvido por Costa *et al.* (2007) buscou desenvolver um modelo quantitativo que identificasse e caracterizasse as variáveis mais relevantes associadas ao sucesso da implantação de programas de reciclagem de RCD nos municípios brasileiros. Dentre essas variáveis que representam fatores como nível social, econômico, político-legal, gestão municipal e de aspectos técnicos da reciclagem, destacaram-se seis de maior importância: área de recepção, domicílios com água, incentivos, programa de coleta, renda média e funcionários com nível médio, sendo esta última relacionada ao aspecto de gestão, pois grandes mudanças e desafios relacionados às questões ambientais exigem das municipalidades um corpo funcional com um bom nível educacional e competência para melhor administrar essas mudanças, ou seja, o sucesso de um programa de desconstrução, que resulta no reuso e na

reciclagem de materiais, depende muito de fatores regionais, e estes fatores devem ser avaliados para medir se uma determinada cidade ou região apresenta condições favoráveis ou não ao sucesso da implantação.

Na comparação dos resultados do estudo para as cidades selecionadas, verificou-se que o sucesso da implantação de programas de reciclagem de RCD parece estar nas mãos das próprias prefeituras, pois as cidades mais propensas à reciclagem são aquelas que apresentaram melhor desempenho principalmente nas variáveis relacionadas à gestão municipal e aspectos técnicos da reciclagem, enquanto que as cidades que obtiveram um escore baixo apresentaram condições precárias nos seus sistemas de saneamento básico, educação e nos aspectos de gestão, de forma que terão dificuldades na implementação de programas de reciclagem, visto que devem resolver outros problemas básicos, pois carecem de infra-estrutura para apoiar a reciclagem de RCD (Costa *et al.*, 2007).

Como se sabe, no Brasil, muitas são as cidades com sérios problemas de gestão e infra-estrutura, o que faz a gestão de RCD parecer quase uma utopia. Apesar disso, tudo o que se tem visto até o momento, são sugestões, alternativas e trabalhos desenvolvidos sobre o assunto, quase que unanimemente focados nas medidas pós-geração. Além disso, trabalhar com foco na não geração ou na redução dos resíduos, não é tarefa fácil. Conforme já comentado neste trabalho, “os resíduos da construção são em sua maioria, provenientes da informalidade, embora o mercado formal não possa ser isentado da responsabilidade que lhe cabe, visto sua grande influência sobre o mercado informal” (Souza, 2005).

2.6 A Geração de Resíduos Como Função das Perdas de Materiais

Considerando o que foi apresentado até o momento, depreende-se que as alternativas pós-geração para os RCD, por mais eficazes que possam ser, não são a melhor solução, pois demandam investimentos caros e complexos, e dependem diretamente da ação conjunta dos diversos agentes envolvidos, o que por si só constitui a sua maior dificuldade. Por esse motivo, a partir deste ponto, será trabalhada uma outra ótica dessa questão: a não-geração dos resíduos. E para isto, é imprescindível conhecer aspectos que explicam a origem da geração dos RCD: as perdas.

As grandes perdas e desperdícios, segundo Vieira (2006), se manifestam de diversas maneiras, como:

- Perdas de materiais em transportes;
- Perdas por superdimensionamentos como consumo excessivo de cimento ou outros aglomerantes por traços demasiadamente ricos;
- Perdas de materiais em correções de retrabalhos ocasionados por inconformidades com as especificações ou por baixa qualidade;
- Perdas de materiais ocasionados por problemas como ruptura de escoramentos, desaprumo e falta de esquadro em paredes, ondulações em revestimentos, vazamentos ou entupimentos de tubulações, etc.;
- Tempo gasto com mão-de-obra para execução de retrabalhos;
- Tempos ociosos de mão-de-obra devido à falta de “canha” por deficiência no planejamento da produção;
- Tempos ociosos de equipamentos por deficiência no planejamento da produção e/ou ausência de uma política de manutenção;
- Compras feitas com base no menor preço, refletindo em insumos de baixa qualidade;
- Programa de seleção, contratação e treinamento inadequado;
- Falhas pós-transação, caracterizada por correções de imperfeições construtivas com custos elevados dentro dos prazos de garantia;
- Atrasos de cronogramas repercutindo em multas, improvisações, etc.

A geração de resíduos é função das perdas resultantes dos processos construtivos. Assim, perda de material ocorre sempre que se utiliza uma quantidade do mesmo maior que a necessária. Entretanto, a definição por si só, não é o bastante para se trabalhar com este problema. É necessário um referencial a partir da qual se possa dizer que as perdas ocorrem. Atualmente, existem discussões sobre diferentes referenciais para as perdas. Contudo, tais referenciais possuem limitações. Os números médios ou mínimos do setor, por exemplo, poderiam existir não fosse a escassez de informações quanto à eficiência da construção civil; ou ainda as normas técnicas, que estabelecem limites mínimos e máximos, mas que, por se tratarem de valores de segurança, são rigorosos demais para utilização em redução de perdas -

sem contar os valores maiores que os mínimos adotados pelos projetistas a fim de garantia de desempenho. Poderiam ser inclusos também as metas da empresa ou indicadores de orçamento, porém estas apresentam o inconveniente de possivelmente serem sub ou superdimensionados, impossibilitando comparações entre empresas ou situações diferentes, visto que as metas também seriam diferentes para cada caso. Além disso, nos orçamentos normalmente já são embutidas as perdas esperadas, o que dificultaria o entendimento das perdas calculadas (Souza, 2005).

Baseando-se nisto, Souza (2005) argumenta que a referência mais adequada a ser buscada para a produção, seria o projeto e suas prescrições. Assim, as perdas podem ser definidas de forma bem objetiva como “toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais ou demais prescrições do executor para o produto sendo executado”. Para possibilitar uma melhor compreensão, Souza (2005) classifica as perdas da seguinte maneira:

Segundo o tipo de recurso consumido:

- Perdas decorrentes de recursos físicos: materiais, mão-de-obra e equipamentos;
- Perdas decorrentes de recursos financeiros: estas perdas podem ser estritamente financeiras ou em consequência de perdas de recursos físicos.

Segundo a unidade para medição: a medição das perdas pode ser feita em unidades de massa, volume ou monetária, ou ainda, expressas em valores absolutos ou relativos/percentuais.

Segundo a fase do empreendimento em que ocorre m:

- Concepção: o projetista pode conceber uma obra superdimensionada em termos de materiais a serem consumidos, seja por falha, desconhecimento ou conservadorismo;
- Produção: pode gerar inúmeras perdas e por diversos motivos, como estéticos, desleixo dos trabalhadores, erros na forma de executar, etc.

Segundo o momento de incidência na produção: as etapas abaixo são genéricas, podendo estar ausentes ou ser repetidas de acordo com o empreendimento em questão.

- Recebimento dos materiais e componentes;

- Estocagem;
- Processamento intermediário;
- Processamento final;
- Movimentações entre as etapas citadas.

Segundo sua natureza:

- Furto ou extravio: pode ser insignificante em obras de certo porte, porém em obras pequenas, um simples saco de cimento pode ser parcela representativa da quantidade utilizada.
- Entulho: é a mais comum entre as idéias de perdas feitas pelas pessoas, sendo também a mais relevante quantitativamente falando, pois se trata de restos de materiais não ou indevidamente utilizados.
- Incorporação: muito comum em atividades de montagem *in loco* devido à incorporação de materiais superior ao prescrito.

Segundo a forma de manifestação: tais como sacos de cimento, areia recebida em quantidade menor que a indicada na nota fiscal, aço desbitolado, consumo de cimento superior ao estabelecido no traço, pontas de aço não aproveitáveis, gesso e argamassa endurecidos, etc.

Segundo sua causa: identificar as causas das perdas é de grande importância para evitá-las futuramente. A causa seria a razão imediata para que ela tenha ocorrido. A perda sob determinada manifestação pode ter ocorrido por diferentes causas. Como exemplo, poderia ser citado o entulho de blocos causado por transporte inadequado.

Segundo sua origem: seriam as razões iniciais que levaram à perda, a origem da mesma. Assim uma perda pode ter origem em diferentes fases do empreendimento, como no momento de sua manifestação, ou muito antes, como na fase de projeto. Como exemplo, pode-se citar a perda manifestada por muito entulho de placas cerâmicas. Sua causa poderia ser o corte com ferramenta e/ou técnica inadequadas, e sua origem a falta de procedimento de produção formal, na fase de planejamento, a falta de treinamento dos operários, na fase de produção, ou

ainda na fase de concepção, através de projeto prescrevendo placas muito grandes para ambientes pequenos, o que exigiria excesso de cortes em placas.

Segundo o seu controle: podem ser separadas em evitáveis e inevitáveis. As perdas evitáveis podem ser denominadas desperdício e dependem do estabelecimento de critérios, normalmente de definição matemática. Embora isso seja relativo às condições da empresa, como tecnologia disponível, nível de capacitação profissional, padrão da obra, deve-se ter em mente que as perdas sempre podem ser evitadas através de simples ações de melhoria na gestão da produção ou no projeto.

Como se pode ver, a classificação das perdas consiste num excelente subsídio para o seu estudo, pois a partir dessa divisão, obtém-se uma ampla visão sobre cada aspecto que influencia na sua ocorrência. Assim, a partir disto será possível introduzir outros conceitos que ajudarão no desenvolvimento de alternativas para evitar a geração de resíduos.

2.7 Fatores de Produção nos Processos Construtivos

Após a abertura econômica e tecnológica do país, pós-ditadura militar, a concorrência que já tinha forte presença entre as indústrias em geral, se acentuou ainda mais. Com isso, a busca por métodos produtivos mais eficientes, tornou-se freqüente entre as mesmas. Na construção civil, entretanto, isto não se observou, pois neste setor, a competição se restringia ao âmbito interno do país, e mesmo assim, de forma bastante inexpressiva. Toda a produção sempre era vendida, mesmo em momentos de crise econômica, quando havia mais dificuldades. Em consequência, o setor da construção conviveu sempre com a aceitação de perdas e desperdícios como algo comum, e estes sempre foram até mesmo contabilizados nos orçamentos, de forma que a improvisação e a falta de atenção aos aspectos de produção estiveram também sempre presentes (Vieira, 2006).

Diante dessa situação, diversas pesquisas foram realizadas no Brasil; a maioria relacionadas a análises quantitativas das perdas nos canteiros. Entre as poucas que abordavam a busca pelas causas das perdas, podemos citar a de Saurin (2000), que devido à falta de uma teoria consolidada, utilizou em seu trabalho o referencial teórico do sistema da produção enxuta, desenvolvido por Ohno (1988) e Shingo (1996), e como ferramentas para identificação das perdas uma lista de verificação desenvolvida por Costa (1999), uma entrevista com o mestre-de-obras e o mapeamento dos processos e operações.

De acordo com este trabalho, setenta e dois por cento dos cinquenta e três itens de verificação aplicáveis estavam sendo cumpridos. Contudo, apesar do bom resultado, ainda havia muitos desperdícios.

Por meio da estruturação da lista de verificação, feita de acordo com o sistema de produção enxuta, que lista os sete tipos principais de perdas, foi possível a realização de uma boa análise dos resultados, verificando-se que as perdas por super-produção quantitativa ocorrem principalmente na produção de argamassa, devido às perdas no posto de trabalho; perdas no transporte estão relacionadas ao layout do canteiro e à utilização de elevadores de carga ao invés de gruas para o transporte vertical; perdas no processamento ocorrem devido às juntas verticais entre blocos, que são feitas exclusivamente para consertar erros de execução; perdas por fabricação de produto defeituoso ocorrem devido à utilização de traços inadequados para a argamassa ou inspeção apenas depois de o produto estar pronto; perdas nos movimentos, em consequência da distância excessiva entre os sanitários e os postos de trabalho; perdas por espera, devido ao excesso de distância entre os estoques e os postos de trabalho; e perdas por estoques, que por serem grandes, demandam muito espaço, comprometendo o layout do canteiro, favorecem a quebra de blocos e exigem maior demanda de mão-de-obra para sua manutenção, e além disso, a elaboração do mapeamento de processos e operações por meio de fluxogramas, permitiu avaliar a frequência elevada de atividades que não agregavam valor ao produto, como transportes e esperas.

Da análise desses resultados e dos mapas de processos e operações, Costa (1999) concluiu que tais ferramentas são extremamente úteis e dão um caráter pró-ativo ao trabalho de eliminação das perdas, e principalmente, que as operações têm um caráter secundário nessa problemática, ou seja, ao contrário do que afirmam os gerentes, a culpa das ineficiências dos canteiros não é da mão-de-obra. Sendo assim, “mesmo mudanças tecnológicas acompanhadas de treinamento da mão-de-obra terão benefícios restritos se for desconsiderado o detalhado planejamento dos processos correspondentes”.

Uma pesquisa de Damião e Taigy (1999), por outro lado, mostra a forte relação das perdas com o bem estar do trabalhador. Ao lidar com as perdas na Construção Civil, não basta tratar dos problemas pontualmente, mas “é preciso promover ações que percorram todo o processo, desde a concepção, execução, uso e, principalmente, as pessoas envolvidas”, no âmbito da saúde do trabalhador a fim de garantir a eficácia do resultado esperado, já que este é determinante do controle de perdas no canteiro de obras.

Uma política de trabalho inadequada gera condições de trabalho desfavoráveis, e a simples modificação do ambiente de trabalho pode gerar redução nas perdas. Dessa forma, um planejamento do local de trabalho e das tarefas pode trazer excelentes resultados em consequência da redução da fadiga, das esperas e deslocamentos inúteis e ainda aumentar objetividade do trabalho (Damião e Taigy, 1999).

Em seu trabalho, por meio do estudo de três obras de uma mesma empresa gerenciadas por engenheiros diferentes, Damião e Taigy (1999) concluíram que decisões imediatistas - que causam atrasos nas tarefas, a falta de padronização da empresa quanto à organização - que torna a obra uma função do engenheiro responsável - podendo gerar problemas quanto à qualidade relacionada ao nome da empresa e ainda a falta de medidas para a satisfação no trabalho - que geram falta de confiabilidade na realização das atividades, figuram como os principais problemas relacionados às perdas. Em suma, o principal problema está no gerenciamento em relação às questões humanas.

Em estudo mais recente, de Souza (2005) apresenta uma ferramenta muito importante: os indicadores, os quais representam informações quantitativas ou qualitativas que medem e avaliam o comportamento de diferentes aspectos do objeto de estudo. Seu levantamento cria um sistema de informações que pode ser dividido em dois grupos: um relativo à quantificação das perdas e outro relativo às razões para sua ocorrência.

De acordo com o autor, os indicadores quantitativos ajudam na identificação das perdas globais que ocorrem na fase de produção de um empreendimento, as quais podem ser avaliadas através da eficiência no uso dos recursos físicos ou financeiros demandados, sendo possível mensurar as perdas físicas através de diferentes unidades físicas, como em massa por exemplo. Além disso, eles podem ter diferentes objetos de estudo, como o mercado, uma obra, parte de uma obra, um serviço específico, um material composto ou ainda um material simples. Além disso, para que se possa aprimorar a caracterização das perdas, pode-se quebrar um indicador de perdas globais em parcelas menores, de acordo com as etapas do processo, obtendo-se indicadores parciais, úteis na localização da parte do processo cujo problema das perdas seja mais acentuado.

Já os indicadores explicativos, auxiliam na tarefa de entender a razão do nível de perdas encontrado. Assim, segundo Souza (2005) eles podem ser:

- **De natureza percentual:** indicam as parcelas de perdas encontradas sob cada natureza: furto, entulho ou incorporação. Um estudo realizado pelo autor detectou que as perdas por furtos não representam valor significativo na análise de um conjunto de obras, enquanto as perdas por entulho representam 30% e as perdas incorporadas 70%.
- **Fatores quantitativos:** apontam a forma de manifestação das perdas, mensurando características do produto diretamente correlacionáveis ao nível de perdas detectadas.
- **Fatores indutores:** discutem causas ou origens do nível de perdas, como por exemplo, a falta de treinamento dos operários, ou a inexistência ou a precariedade dos procedimentos de produção.
- **Fatores caracterizadores:** discutem razões no contexto tecnológico que levam às perdas, como o tipo de ferramenta ou de determinado material utilizado.

Esses trabalhos nos levam à inferência de que gerenciar de forma adequada os fatores de produção nos processos construtivos, pode ser uma opção válida para a redução das perdas e da geração de resíduos. Entretanto, é importante salientar que o setor da construção civil apresenta diversas peculiaridades (Anexo B) que dificultam essa gestão, sendo necessárias ferramentas que possam auxiliá-lo no sentido de aumentar sua eficiência, como as que serão apresentadas na próxima seção.

2.8 A Engenharia de Produção nos Processos Construtivos

Conforme comentado anteriormente, o gerenciamento dos fatores produtivos da construção civil não é tarefa fácil, pois “os empreendimentos de construção pertencem à classe de sistemas dinâmicos, complexos e despadronizados, constituídos de múltiplos componentes interdependentes e intervenientes, dinâmicos, envolvendo vários ciclos de controles e com relações não-lineares” (Serman, 1992 *apud* Viera, 2006). Assim, a partir dessa nova visão a respeito da forma de se tratar essa questão, buscou-se subsídios na área cuja função é tornar mais eficientes os processos produtivos: a Engenharia de Produção.

Dentro das diversas subáreas da Engenharia de Produção, tais como Gestão da Qualidade, Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos, Gestão de Processos, Gestão da Informação, entre outras, encontra-se uma imensa gama de ferramentas utilizadas para a busca da melhoria dos processos nos diferentes tipos de indústria, e que podem ser utilizadas perfeitamente na

construção civil. Além disso, a união de novas tecnologias e métodos construtivos modernos a esse tipo de gerenciamento pode trazer resultados surpreendentes em termos de eficiência.

Sendo assim, serão apresentados a seguir, métodos e tecnologias essenciais a uma produção com reduzidos índices de perdas nos processos construtivos.

2.8.1 Qualidade Total na Construção Civil

O Controle da Qualidade Total (TQC) é um sistema administrativo aperfeiçoado no Japão, a partir de idéias americanas ali introduzidas logo após a Segunda Guerra Mundial. Este sistema é baseado em elementos de várias fontes, e na participação de todos os setores da empresa e de todos os empregados no estudo e condução do controle de qualidade (Campos, 2004). Para melhor entender sua relação com a questão dos resíduos, serão apresentados a seguir, alguns conceitos básicos.

Segundo Campos (2004), uma empresa existe para atender as necessidades das pessoas, através de seus produtos ou serviços. De forma análoga, um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende as necessidades das mesmas. Quando se fala em pessoas, normalmente pensa-se apenas no cliente final. Porém, deve-se considerar quatro tipos quando se trata da qualidade – todos afetadas pela existência da empresa:

- Consumidores: são a primeira prioridade da empresa, pois são a razão de sua existência e cuja satisfação dependem para sobreviver;
- Empregados: devem ser bem pagos e respeitados, pois isto é importante para “aporte de conhecimento”;
- Acionistas: a empresa deve ser lucrativa para pagar dividendos aos seus acionistas e se expandir, após reinvestimento, gerando assim novos empregos;
- Vizinhos da empresa: devem ser respeitados por meio do controle ambiental, evitando-se que a empresa polua o ambiente em que atua.

Considerando que ter qualidade significa atender as necessidades das pessoas, o autor conceitua a Qualidade Total como a qualidade em cinco dimensões, todas essenciais a esse propósito, as quais serão explicadas a seguir, já no contexto da indústria da construção:

- **Qualidade:** diretamente ligada à satisfação do cliente, inclui a ausência de defeitos e presença de características que vão agradar o consumidor, a confiabilidade das operações e de todos os outros fatores da produção, como informação, treinamento, sistema, etc. Como visto anteriormente neste trabalho, na construção civil, a qualidade dos fatores de produção, na realização dos serviços, é fundamental para se evitar a ocorrência de perdas e para a qualidade do produto final (a obra). Um cliente insatisfeito com alguma característica de sua obra, ou com algum serviço realizado, pode querer que ele seja refeito, e com isso, além de utilizar mais materiais, o material do “produto” defeituoso irá para lixo. Assim, é fundamental um projeto bem elaborado, que atenda a todas as especificações e uma boa mão-de-obra para executar o projeto;
- **Custo:** é fundamental não somente o custo final do produto, mas também os custos intermediários, pois além de refletir no preço, que também é importante, altos custos são sinal de processos ineficientes e conseqüentemente com altos índices de perdas. Se essas perdas forem incorporadas, a perda será somente financeira, entretanto se for entulho, será uma quantia a mais que irá para o meio ambiente ou que necessitará de recursos para sua gestão;
- **Entrega:** são as condições de entrega do produto final, como prazo, local e quantidade. Na construção civil, os prazos são problemas constantes em praticamente todas as obras. Isso é resultado de ineficiência ou falta de planejamento, e processos ineficientes e mal geridos;
- **Moral:** diz respeito ao nível médio de satisfação dos trabalhadores da empresa. Em geral, na construção, o nível de satisfação é muito baixo, devido aos baixos salários, as más condições de trabalho e a falta de segurança. Conforme discutido no tópico 2.7, a insatisfação dos trabalhadores, pode ser a causa de serviços de má qualidade, refletindo diretamente nas perdas. É essencial que se dê atenção às necessidades dos funcionários, pois, uma parede construída no lugar errado, por um funcionário desatento ou mesmo mal intencionado, necessitará ser demolida, gerando resíduos e aumentando o índice de perdas;
- **Segurança:** relaciona-se à segurança dos empregados e dos usuários do produto. A construção civil é conhecida pela falta de segurança e pela grande quantidade de

acidentes que ocorrem entre os trabalhadores, que muitas vezes, apesar de receberem equipamentos de proteção, não são bem instruídos quanto á forma de utilizá-los. Em relação aos usuários, problemas com a segurança após o produto pronto, como desabamentos de partes da edificação ou problemas elétricos, por exemplo, podem decorrer da utilização de materiais de má qualidade, serviços mal executados ou ainda de projetos mal elaborados.

Como se pode perceber, todas as dimensões da qualidade influem na geração de resíduos, e conseqüentemente, a geração de resíduos envolve todos os tipos de pessoas (conforme definido), sejam estas ativas ou passivas nesta questão. Uma empresa ou um profissional autônomo que se propõe a construir edificações busca atender uma necessidade de um grupo de pessoas. Sendo assim, configura-se aí uma organização, e, dessa forma, seu objetivo deve ser atingir Qualidade Total.

Estabelecido o objetivo da organização, é necessário medir os resultados de cada uma das suas dimensões, para saber se ele foi alcançado ou não. Diante de qualquer destes resultados (fins) que estejam fora do valor desejado, deve-se “controlar” os meios (causas), ou seja, buscar as causas e atuar sobre elas de forma a se conseguir resultados satisfatórios. Deve-se exercer “controle total”, que é definido como o controle exercido por todas as pessoas da empresa, de forma harmônica e metódica. Assim, TQC é o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação de todas as pessoas (Campos, 2004).

Para por em prática a idéia do gerenciamento participativo, proposta pelo TQC, o controle de processos é essencial, e para isso é fundamental a compreensão do relacionamento causa-efeito. Sempre que algo ocorre (efeito, resultado), existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado. Um processo é um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos, que pode ser dividido em famílias chamadas “fatores de manufatura” ou “fatores de serviços” (matérias-primas, mão-de-obra, máquinas, medidas, meio ambiente e método). Além disso, um processo pode ser dividido em processos menores. A construção de uma casa, por exemplo, é um processo, cujo efeito principal é a casa. Entretanto, o processo de construção da casa, é composto de diversos processos menores, que levam a outros efeitos, os quais juntos resultarão na casa, como por exemplo, o processo de execução das fundações, o processo de construção das paredes, o processo de pintura, etc. Essa divisibilidade do processo permite o controle individual de cada um deles, e assim uma maior facilidade na

identificação de um problema que possa ocorrer, bem como suas causas. Com isso, o processo principal, torna-se mais eficiente (Campos, 2004).

Para gerenciar processos, é necessário estabelecer seus itens de controle, que são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir sua qualidade total. Os efeitos de um processo podem ser influenciados por várias causas, entretanto, de acordo com o Princípio de Pareto, “poucas causas são vitais e muitas são triviais”, ou seja, poucas das muitas causas presentes afetam a maior parte de um item de controle. Define-se então, os itens de verificação, que são índices numéricos estabelecidos sobre suas principais causas (causas vitais). Assim, cada pessoa na empresa terá autoridade sobre o “seu processo”, responsabilidade sobre os resultados do mesmo e terá itens de controle (Campos, 2004).

Estabelecidos os processos, seus responsáveis e seus itens de controle, é necessário controlá-lo. Isto se dá através de três ações fundamentais:

- I. Estabelecimento da “diretriz de controle” ou “planejamento da qualidade”: isto é feito pela definição da meta, que é a faixa de valores desejada, e do método, que são os procedimentos necessários para se atingir a meta;
- II. Manutenção do nível de controle: implica manter os padrões estabelecidos no planejamento, de forma que se tenha uma qualidade padrão em todas as suas dimensões. Para isso, é necessário atuar no resultado para resolver imediatamente o problema e atuar na causa para prevenir o reaparecimento do desvio.
- III. Alteração da diretriz de controle: assim como tudo no mundo, as necessidades das pessoas mudam, bem como as matérias-primas, a tecnologia, etc. Por esse motivo, é necessário melhorar os padrões. Para isso, altera-se a meta e também o método, a fim de que se atinja a nova meta definida.

O TQC é um programa de qualidade, e como tal, deve ser visto como o aperfeiçoamento do gerenciamento existente. Sua implantação deve seguir alguns pontos básicos:

- a. Deve ser implantado de cima para baixo, ou seja, começando da presidência da empresa;
- b. Deve ser responsabilidade indelegável do Presidente da empresa;

- c. Por tratar-se de um processo de mudança comportamental e cultural, baseia-se em grande esforço de educação e treinamento.

Para a implantação do TQC, utiliza-se uma série de ferramentas, as quais fogem ao escopo deste trabalho. Os conceitos aqui expostos, assim o foram com o intuito de mostrar a filosofia deste sistema, que aponta para o controle dos processos a fim de se prevenir o aparecimento de resultados indesejáveis, e tal filosofia, é totalmente condizente com o que tem sido defendido neste trabalho. Partindo dessa premissa, utilizar o TQC na gestão dos processos construtivos, pode ser extremamente útil, pois a geração de resíduos deve ser evitada a todo custo; afinal, muito maior que a sua importância como caracterização de um indício de falta de qualidade, é a sua importância enquanto caracterização de um grave problema ambiental, que afeta todas as pessoas do planeta, especialmente as que ainda estão por nascer.

2.8.2 Logística Aplicada à Construção Civil

A Logística é uma metodologia ou processo administrativo que se baseia fundamentalmente na conscientização para o emprego de conceitos, métodos, técnicas e procedimentos, assim como na utilização da tecnologia de informação, de forma a encaminhar a maximização do nível de serviço e da produtividade numa cadeia de suprimentos. Esta, por sua vez, segundo a Associação Brasileira de Movimentação e Logística (ABML), é o conjunto de organizações que se inter-relacionam, criando valor na forma de produtos e serviços, desde os fornecedores de matéria-prima até o consumidor final (Vieira, 2006).

Segundo Vieira (2006), numa cadeia de suprimentos é possível encontrar três fases, porém, não necessariamente todas, pois isto dependerá das necessidades do cliente e do papel de cada etapa para satisfazê-las. São elas:

- I. Fase de suprimento (fornecedor): gerenciamento do processo relacionado à obtenção de matéria-prima e componentes. Atividades principais:
 - a. Processamento de pedidos;
 - b. Recebimento de materiais;
 - c. Conferência física, quantitativa e documental;
 - d. Consolidação das diversas unidades de materiais;

- e. Armazenagem;
 - f. Administração de estoques;
 - g. Expedição de materiais;
 - h. Gestão de informações logísticas;
 - i. Medidas de desempenho.
- II. Fase da manufatura (fabricante): administração do fluxo de materiais e serviços dentro do ambiente produtivo; atividades relacionadas com o planejamento, a programação e o apoio às operações de produção. Principais atividades:
- a. Apoio à produção;
 - b. Abastecimento de linha;
 - c. Kanban e JIT;
 - d. Armazenagem;
 - e. Unitização e embalagem;
 - f. Conferência física, quantitativa e documental;
 - g. Expedição industrial;
 - h. Medidas de desempenho, etc.
- III. Fase da distribuição física (distribuidor, varejista e cliente): administração da demanda do cliente e dos canais de distribuição do produto. Na construção não ocorre, pois o cliente é que vai ao encontro do produto.

A logística, atualmente, é vista como um sistema, com um enfoque que integra não somente as áreas internas da empresa, mas também todas as empresas vinculadas ao sistema produtivo (fornecedores e clientes). Num canteiro de obras, onde existe uma complexa cadeia de suprimentos, as diversas equipes, tais como sondagem, fundação, estrutural, elétrica, etc., são dependentes de fornecedores externos, bem como intervenientes e interdependentes entre si, ou seja, em um momento são clientes de fornecedores externos ou de outras equipes, enquanto

em outro são fornecedores de equipes subsequentes. Com isso, a integração entre as equipes é essencial, no caso da construção, especialmente nas atividades de suprimento, transportes e armazenagem, pois uma alteração logística em uma delas pode influir diretamente em outra, trazendo resultados indesejáveis (Vieira, 2006).

No gerenciamento de uma cadeia de suprimentos, a logística da informação também é fundamental para permitir a manutenção, monitoramento, controle e aperfeiçoamento da comunicação e da operação entre os setores organizacionais, pois permite que o fluxo de informações seja eficiente para levá-las com precisão às pessoas certas, no momento apropriado. Para isso, deve-se lançar mão das tecnologias de informação, que utilizadas estrategicamente, garantem eficiência e eficácia na realização dessas atividades (Vieira, 2006).

Em suma, para possibilitar uma perfeita integração entre os agentes da cadeia de suprimentos, através da introdução da logística no sistema construtivo, Vieira (2006) afirma que é necessário atender alguns objetivos intermediários, tais como:

- Simplificação do processo de gestão: alcançado através do “Planejamento Logístico Prévio”, o qual deverá estar perfeitamente adequado às especificidades do que será produzido. Deve ser iniciado muito antes da construção propriamente dita, na fase de elaboração de projetos, através da integração dos mesmos, partindo posteriormente para a elaboração do planejamento da produção, para em seguida planejar a programação do fluxo de suprimentos e a avaliação do desempenho dos processos;
- Redução dos Recursos Humanos: resulta da utilização de tecnologias construtivas baseadas em “Processos de Industrialização”, o que permite a redução dos recursos humanos para atividades que não agregam valor, como retrabalhos, movimentação de materiais, entre outras.
- Redução de estoques: pode ser conseguido através de uma programação bem planejada, de um acompanhamento rigoroso do processo, e de sistemas de parcerias, que permite a transferência do estoque para o fornecedor até o momento exato do suprimento;
- Tempo de atendimento a pedido (*lead time*) mais curto e confiável: também conseguido através dos sistemas de parcerias, levando à redução de estoques;

- Aumento da produtividade e do nível de serviço: é possível a através da utilização de tecnologias de informação para acompanhamento dos processos, de técnicas construtivas racionalizadas, materiais na quantidade, local e momento certos, enfim, um perfeito planejamento logístico.

Balanceando esses conceitos logísticos com o que foi apresentado neste trabalho como causas da geração de resíduos, percebe-se que a introdução da logística no canteiro, pode refletir em ótimos resultados na busca de amenizar este problema, pois o nível de visualização, integração e coordenação que ela permite, pode tornar a cadeia de suprimentos da construção civil extremamente eficiente, reduzindo em muito as perdas nos canteiros.

2.8.3 *Just-in-time* (JIT)

O JIT é um método de gerenciamento de manufatura desenvolvido pelos japoneses após a Segunda Guerra Mundial. Seu principal objetivo é aumentar a eficiência e a eficácia dos processos através do princípio de que nenhum insumo deve chegar ao local em que foi requisitado sem que seja imediatamente utilizado, na quantidade certa, na qualidade certa e no momento exato, ou seja, sistema de produção sem estoque (Vieira, 2006).

Esse conceito parte da concepção de que o executor de cada processo deve atuar para fornecer o seu produto para o processo subsequente, visto como seu cliente, a partir dos pedidos deste, num sistema de produção puxada, onde a demanda é conhecida com certeza, e, para isso, é necessária uma administração bastante eficiente das diversas atividades do canteiro (Vieira, 2006).

Sabe-se que a construção apresenta uma alta complexidade nos seus processos, por motivos já comentados neste trabalho, e isso impossibilita que o JIT seja atingido em plenitude. Entretanto, é fato que os estoques dentro do canteiro são motivo de grande atenção, pois normalmente falta espaço físico, visto que a maioria das obras ocorre dentro do perímetro urbano, com edificações em todo o entorno. Estoques elevados, por sua vez, implicam em altos custos com espaços físicos desnecessários. Além disso, a espera pelo material no local de uso, é causa de grande improdutividade, bem como o armazenamento inadequado de materiais, seguido de um transporte também ineficiente, resulta em perdas devido à maior movimentação, deterioração, e, conseqüentemente, a geração de entulho. Assim, buscar um fluxo operacional o mais próximo possível da filosofia *Just-in-time* pode resultar em consideráveis ganhos (Vieira, 2006).

2.8.4 Método 5S

O método 5S é um programa que busca promover a disciplina na empresa através de consciência e responsabilidade de todos, de forma a tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo. Mais do que um simples programa que visa limpar e organizar o ambiente, o 5S é uma filosofia de trabalho, uma idéia que deve ser entendida, incorporada e praticada por todos na empresa, começando pela alta direção, que deve mostrar seu próprio comprometimento com o programa antes de cobrar a participação de qualquer outra pessoa. O nome 5S deriva de cinco palavras japonesas (Vieira, 2006):

Seiri = simplificação: “tenha só o necessário, na quantidade certa”. Significa descartar tudo que é desnecessário, liberando o espaço gasto com estoques e armazenamentos desnecessários, facilitando a movimentação interna e o arranjo físico;

Seiton = organização: “um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar”. Significa organizar e otimizar o *layout* do setor produtivo, colocando cada material próximo à tarefa que o utiliza, diminuindo tempo de busca, de movimentação, a necessidade de controle de estoque e aumentando a racionalização do espaço e do trabalho;

Seiso = limpeza: “um ambiente limpo motiva ao trabalho”. Embora a limpeza seja pouco usual na construção civil, é extremamente importante para evitar acidentes de trabalho e retrabalho, atingindo diretamente a produtividade. O seu aspecto psicológico encaminha as pessoas para a sua manutenção e para a motivação, aumentando a produtividade e melhorando a imagem da empresa;

Seiketsu = higiene: “qualidade de vida no trabalho é motivacional”. Significa manter a limpeza e a ordem, de forma a atingir qualidade de vida no trabalho, refletindo positivamente no desempenho. É consequência das fases anteriores;

Shitsuke = disciplina: “ordem, rotina e constante aperfeiçoamento”. Significa hábito para cumprimento de regras e procedimentos, e constante aperfeiçoamento através de treinamento.

Vieira (2006) apresenta uma metodologia simples para a implantação do 5S no canteiro, na qual o responsável pela implantação transmite as instruções a um grupo de agentes, que podem ser engenheiros ou outros futuros coordenadores do programa na obra, e estes as transmitirão aos demais colaboradores. A alta administração pode promover um evento de lançamento do programa, com a presença de todos os níveis hierárquicos; devem ser

distribuídos kits didáticos aos responsáveis pela implementação, com cronograma, lista de verificação, apostila de apoio e exemplo de outra construtora, e durante a implementação devem ser realizadas consultorias e auditorias.

O 5S é uma ferramenta de extrema relevância na implantação de sistemas de qualidade nos diversos setores produtivos, dados os princípios que os regem. Limpeza e organização são atributos vitais na busca pela qualidade, ou seja, canteiros “entulhados”, sujos e obstruídos representam perigo de acidentes, desperdícios e reflexos negativos na motivação e na produtividade dos trabalhadores.

2.8.5 Coordenação de Projetos: Engenharia Simultânea na Construção

Um sério problema que pode ser observado nas obras, ocorre na etapa em que se realizam as instalações elétricas e hidráulicas. Nessa fase, é comum grande quantidade de quebra em estruturas e vedações, para possibilitar a passagem das mangueiras para cabos elétricos, tubulações hidráulicas, o que além de influir diretamente na geração de resíduos, ainda prejudica a resistência da estrutura da edificação. Isto ocorre, quando tais instalações não são adequadamente planejadas na fase de projeto do empreendimento, deixando as decisões relacionadas a essa questão para serem tomadas na hora da execução dos serviços.

Uma importante ferramenta para contornar este problema, é a compatibilização de projetos. Na NBR 13.531 (ABNT, 1995), a elaboração de um projeto de edificação é definida como “determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, (...), abrangendo os ambientes exteriores e interiores e projetos de elementos da edificação e das instalações prediais”. A compatibilização de projetos consiste na verificação de interferências físicas e discussão acerca de informações que interligam as características de cada um dos projetos que são elaborados para a construção de uma edificação (projetos estrutural, elétrico, hidro-sanitário, arquitetônico, etc.), tornando-os compatíveis e integrados geometricamente e em relação às soluções adotadas (Mikaldo Jr. e Scheer, 2007).

Esse tipo de ação, entretanto, embora de grande importância e utilidade para a obtenção de uma maior eficiência na obra, não é suficiente, pois, normalmente, é realizada após a finalização de todos os projetos, quando o retrabalho já será inevitável.

Para contornar este problema, a partir da década de 1990, iniciou-se na construção civil, a adoção da Coordenação de Projetos, atividade que se embasa na Engenharia Simultânea, criada em 1986, a partir do relatório do *Institute for Defense Analyses* dos E.U.A., que a definiu como uma abordagem sistêmica para o design integrado, simultâneo de produtos e seus processos relacionados, incluindo a manufatura e o suporte, que objetiva mobilizar os desenvolvedores (projetistas) a considerar todos os elementos do ciclo de vida da concepção até a disposição. Sob uma coordenação eficiente, que é essencial para o resultado final, os projetistas devem trabalhar simultaneamente, compartilhando decisões, trocando informações constantemente, de forma a conseguir um projeto melhor do produto, através de uma combinação eficiente entre especificações técnicas e necessidades de manufatura (Pereira et. al, 2001).

Por proporcionar essa integração, a Coordenação de Projetos permite até mesmo que a compatibilização dos projetos seja facilitada, além de redução nos custos, nas quantidades de materiais, nas decisões de última hora. Enfim, esta atividade possibilita muito mais facilidade na execução, devido à previsibilidade que a obra adquire, evitando-se desperdícios e refletindo diretamente na quantidade de resíduos.

2.8.6 Projeto de Produção e Projeto Para Produção

Os projetos na construção civil, via de regra são caracterizados pela sua grande indefinição tanto em relação às características do produto como em relação às atividades produtivas. Com isso, importantes decisões que influenciam fortemente a eficiência dos processos produtivos, ficam condenadas à improvisação no momento da execução da obra. Assim, para proporcionar melhores resultados, através de uma maior integração do projeto do produto, tem-se destacado a necessidade de projetar produto e processos conjuntamente (Melhado e Fabrício, 1998).

Juran (1992) *apud* Melhado e Fabrício (1998) conceitua Projeto do Processo como “a atividade de definir os meios específicos a serem usados pelas forças operacionais para alcançar as metas do produto”. Tal conceito, ao ser aplicado à construção civil, adquire um grau de complexidade mais elevado, devido às peculiaridades do setor. As edificações, ao contrário dos produtos seriados, raramente são iguais umas às outras, de forma que a cada nova edificação é necessário um projeto diferente. Contudo, apesar de os produtos não se repetirem estritamente, é possível repetir muitos dos processos produtivos (técnicas construtivas, ferramentas, etc.), e assim surgiram dois conceitos complementares e inter-

relacionados referentes à necessidade de antecipação dos processos: Projeto de Produção e Projeto Para Produção (Melhado e Fabrício, 1998).

Projeto da produção consiste no estabelecimento, para cada tipo de processo construtivo utilizado pela empresa, das estratégias gerais de produção, das normas de procedimentos de execução, metas de produtividade em cada atividade padrão, e controles a serem observados. Dessa forma é possível definir técnicas construtivas e padrões de qualidade através da prescrição detalhada das técnicas construtivas, das ferramentas e dos materiais empregados em cada serviço, configurando padrões de referência a serem seguidos nas várias obras da empresa, além de tratarem dos requisitos para compra e recebimento dos materiais e componentes de construção. Tudo isto, permite à empresa maior domínio técnico sobre seus procedimentos, e conseqüentemente, maior facilidade na identificação de problemas em termos de qualidade e produtividade nos processos, bem como na análise de soluções para os mesmos. Assim, se acompanhado de um monitoramento adequado sobre os resultados e uma política de melhoria contínua, o processo pode ser melhorado e levar à melhoria da qualidade e do processo (Melhado e Fabrício, 1998).

Para a elaboração de um projeto da produção coerente com a realidade da empresa, é necessária a esta, uma política de produção que defina como se dará a organização do trabalho, os índices de produtividade, o padrão de qualidade, os critérios para subcontratação de serviços, a quantidade de treinamento e a rotatividade de mão-de-obra própria, bem como os investimentos que se deseja realizar, o que dará a ele um caráter estratégico e próprio da empresa. O seu sucesso, porém, passa por uma série de medidas de planejamento estratégico da produção, que envolvem a gestão da mão-de-obra e das subcontratações, o investimento em equipamentos de produção, a qualificação dos fornecedores de insumos em geral e o estabelecimento de um relacionamento com os projetistas, de forma que esses últimos levem em conta as características da produção (Melhado e Fabrício, 1998).

O projeto para produção consiste na definição (em projeto) das seqüências e métodos de execução de determinadas etapas críticas da obra, como forma de se ampliar o desempenho na produção dessas etapas. Deve ser elaborado de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo e conter as definições de disposição e seqüência de atividades de obra e frentes de serviço, uso de equipamentos, arranjo e evolução do canteiro, entre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora (Melhado e Fabrício, 1998).

Tais projetos devem ser norteados pelas políticas definidas no projeto da produção e pelas definições dos projetos do produto, e, embora possa ser elaborado após a finalização deste, o ideal é que ambos sejam elaborados simultaneamente, de modo a permitir uma melhor “tradução” das características e especificações do produto em procedimentos e seqüências de produção, minimizando a possibilidade de execução inadequada ou incompleta destas especificações. Esta prática, no entanto, exige a atividade de coordenação de projetos, já que a simultaneidade necessita grande integração entre os diversos projetistas.

A elaboração dos projetos da produção e para produção, claramente apresenta-se voltada para aumentar a eficiência e produtividade da produção de edificações. Conforme comentado em outros tópicos, tais fatores estão diretamente ligados à geração dos resíduos, e se bem gerenciados podem trazer excelentes resultados. Sendo assim, fica evidente a importância e a utilidade desses projetos para colaborar com esta questão.

2.8.7 Racionalização e Industrialização da Construção

Os termos técnica, método, processo e sistema construtivo, quando relacionados à construção civil, foram sempre utilizados significando “o modo ou a maneira de construir um edifício ou uma parte do mesmo”. Entretanto, alguns autores definem suas diferenças, o que facilita uma melhor compreensão de assuntos ligados a eles. Para que os assuntos tratados neste item sejam mais facilmente compreendidos, são apresentadas as seguintes definições:

- Processo de produção: é o conjunto das etapas físicas, organizadas de forma coerente no tempo, que dizem respeito à construção de uma obra; essas etapas concentram-se sobre a execução, mas vão desde os “estudos comerciais”, até a utilização da obra, e são asseguradas por diferentes agentes (Cardoso, 1996 *apud* Barros, 2007).
- Sistema de produção: é o modo de articulação entre um sistema de operações físicas de produção (inserido em suas dimensões técnico-sociais) e um sistema de operações de gestão, de condução, controle e avaliação dos resultados (inserido em suas dimensões técnico-organizacionais), sendo característico da empresa envolvida com a construção do edifício, incluindo todas as etapas funcionais dos estudos necessários, que precedem a realização da obra, os quais são denominados de “estudos de execução” e “estudos de preparação” (no Brasil, denominados respectivamente de projeto para produção, que consiste em..., e planejamento operacional do empreendimento (Cardoso, 1996 *apud* Barros, 2007).

Compreendendo a diferença entre processo e sistema, é interessante conhecer as definições propostas por Sabbatine (1989) *apud* Barros, 2007.

- Tecnologia Construtiva: é um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de se construir um edifício (ou uma sua parte) e empregado na criação, produção e difusão deste modo de construir.
- Técnica Construtiva: é um conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção.
- Método Construtivo: é um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação.
- Processo Construtivo: é um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizado na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro), ou seja, do edifício como um todo.
- Sistema Construtivo: é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo, ou seja, é um processo construtivo de superior complexidade, muito bem definido e tecnologicamente mais avançado.

Partindo destes conceitos, Sabbatini (1989) *apud* Barros, 2007 (apresenta a seguinte classificação em relação aos processos construtivos:

- Processos construtivos tradicionais: são aqueles baseados na produção artesanal, com uso intensivo de mão-de-obra, baixa mecanização (produção essencialmente manual), com elevados desperdícios de mão-de-obra, material e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra”. A este conceito, Martucci (1990) *apud* Barros, 2007 acrescenta que a atividade de projeto também é tradicional; isto é, o projeto é voltado apenas ao produto e não à produção; na maioria das vezes, não há a coordenação de projetos ou, quando existe, não passa de compatibilização. Como exemplo, tem-se os edifícios de estrutura reticulada de

concreto armado, moldada no local, com fôrmas de madeira e vedações de blocos cerâmicos ou de concreto, cujo processo é também conhecido como “processo convencional” e os elementos do edifício são produzidos no próprio canteiro.

- Processos construtivos racionalizados: são aqueles nos quais as técnicas organizacionais utilizadas nas indústrias manufatureiras são empregadas na construção, tanto na etapa de projeto como na etapa de produção, sem que disto resultem mudanças radicais nos métodos de produção, objetivando-se incrementar o grau de organização do processo construtivo tradicional a fim de atingir um patamar tecnológico mais elevado. Assim, os projetos passam a ser elaborados com maiores definições técnicas, voltando-se mais à produção e não se restringindo apenas ao produto; há efetivamente a coordenação de projetos, de forma que todas as disciplinas de projeto (arquitetura, estruturas, instalações, alvenarias, esquadrias, impermeabilização, revestimentos, etc.) são desenvolvidas em conjunto, interagindo e convergindo para o projeto voltado à produção, que deve conter informações necessárias e suficientes para que o edifício seja produzido sem a necessidade de tomada de decisões subjetivas e no momento da produção; o canteiro passa a ser organizado, buscando-se maior racionalidade das atividades; introduz-se o conceito de centralização da produção, montando-se unidades produtoras tais como de argamassas, fôrmas, armaduras, “kits” hidráulicos e elétricos. Com isso, é possível eliminar desperdícios de mão-de-obra e de materiais; aumentar a produtividade; planejar o fluxo de produção e centralizar e programar as decisões.
- Processos construtivos industrializados: são baseados no uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro, utilizando preponderantemente as técnicas industriais de produção, transporte e montagem e submetendo-se aos princípios organizacionais da indústria estacionária, em termos de integração.

Conhecidas as definições, cabe salientar que algumas empresas, na tentativa de conseguir os resultados proporcionados pela racionalização, tentam introduzir tecnologias construtivas racionalizadas (TRC) – que consiste de um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, empregados na criação, produção e difusão de um modo específico de se construir um edifício ou parte dele, orientado para a otimização de todos os recursos - apenas em algumas etapas da obra, como no projeto de fôrmas, por exemplo. Esta prática, no

entanto, não traz nenhuma melhoria. A racionalização deve ocorrer de forma global, através de uma metodologia específica para sua implantação, pactuada com a coordenação de projetos, planejamento, controle de materiais e serviços, de forma a fixá-la na cultura da empresa, pois só assim, ela resultará aumento na eficiência da atividade de construir, colaborando para a redução dos desperdícios de tempo e de materiais ao longo do processo. De fato, ainda que não se rompa com os processos de trabalho vigentes, a organização dos processos construtivos tradicionais a partir de projeto e planejamento voltados à produção, incorporação de tecnologias racionalizadas, adequado controle de produção, e mecanismos de realimentação do processo, pode trazer ótimos resultados (Barros, 2007).

A industrialização, por sua vez, também implica em muitas mudanças em relação aos sistemas tradicionais. Surge a necessidade de equipamentos como empilhadeiras, guas, mão-de-obra mais qualificada, levando à evolução de um peão de obra a um montador industrial, exigência de enorme integração entre os diversos projetos, além de um planejamento logístico avançado. Por outro lado, as vantagens são incomparáveis. Muitas partes da edificação são produzidas fora do canteiro, com contratos específicos submetidos aos cronogramas da obra, levando à horizontalização do processo produtivo, que consiste na terceirização do máximo possível dos componentes finais. Isso torna possível uma padronização na produção - quer em partes fundamentais, quer na sua totalidade; a aplicação do *just-in-time*, permitindo redução no tempo de colocação; maior segurança - já que não são necessários balancins nem bandejas, que colocam os funcionários em situação de risco; redução de material e insumos; níveis de barulho mínimos durante a obra e entulho praticamente inexistente (Vieira, 2006).

No Brasil, em termos de industrialização, normalmente foram mais empregados sistemas fechados de pré-moldados, ou seja, construções pré-prontas, compactas, mais ou menos padronizadas, com pouca flexibilidade construtiva, como galpões, armazéns, etc. Somente há cerca de uma década vem sendo introduzido o sistema aberto, que se baseia no emprego de componentes complementares à execução de um determinado produto, permitindo grande flexibilidade construtiva, tais como lajes alveolares, painéis arquitetônicos ou de vedação externa, etc. Essa mudança, porém, é limitada, sendo vista somente em grandes centros. Esta situação se deve mais a fatores culturais do que tecnológicos, pois o Brasil dispõe atualmente de um parque produtor de pré-fabricados, cuja experiência e capacitação técnica se equiparam às dos países mais desenvolvidos. Para que isso seja mudado, é necessária uma maior divulgação dessa cultura operacional, começando pelo projeto e planejamento, onde são definidas as possibilidades para desenvolvimento dos elementos dos produtos (Vieira, 2006).

2.8.8 Tecnologias Para a Racionalização e Industrialização da Construção

Considerando o exposto no tópico 2.9.8, sobre as vantagens da industrialização dos processos construtivos para a questão dos resíduos, serão apresentados a seguir alguns exemplos de tecnologias atualmente utilizadas.

2.8.8.1 *Drywall*

Drywall ou gesso acartonado é uma tecnologia que substitui as vedações convencionais (paredes, tetos e revestimentos) de edifícios de quaisquer tipos, consistindo de chapas de gesso fixadas em estruturas de perfis de aço galvanizado.

O sistema *drywall* consiste numa edificação de paredes de gesso que são mais leves e com espessuras menores. São chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão. Os componentes são recebidos separadamente, sendo que os perfis chegam em feixes amarrados e os painéis, em paletes, facilitando sobremaneira a armazenagem e o manuseio, encaminhando para perdas e desperdícios “zero”.

A montagem de uma parede *drywall* interna segue uma seqüência lógica com a instalação dos perfis metálicos (figura 2.3), colocação dos painéis em um dos lados, passagem das tubulações hidráulicas, elétrica e de ar condicionado, fixação de camadas de lã de vidro para isolamento termo-acústico; fechamento final da parede com a colocação dos painéis do lado oposto (figura 2.4); esse procedimento eliminará retrabalhos com quebras para tubulações, conseqüentemente, encaminhando para perdas e desperdícios “zero”.

As paredes *drywall* externas são colocadas de baixo para cima, acompanhando a execução da estrutura; os painéis vão sendo fixados nos pontos determinados e não há necessidade de acabamentos nas faces externas que já vêm previamente acabadas, eliminando o vaivém de operários em balancins, “chapiscando”, rebocando, colocando massa, pintando, “pastilhando”, etc.

Considerando todos os pontos colocados, e o fato de que para tal metodologia é necessário um tempo muito menor, e também menor quantidade de pessoal, percebe-se que os ganhos não são somente nas perdas, mas também financeiros, sendo vantajosos em relação à alvenaria convencional.



Figura 2.3: Montagem de uma parede em drywall.”

2.8.8.2 Elementos pré-fabricados

A utilização de elementos pré-fabricados (figura 2.4) transforma o processo de construção em um sistema de montagem. Atualmente, esse tipo de recurso oferece mais flexibilidade que na época após a Segunda Guerra Mundial, quando se iniciou essa tendência. É possível encontrar elementos como vigas e pilares, lajes, vedação, e até banheiros prontos. A pré-fabricação em concreto, em especial, vem se consolidando como a forma mais viável e difundida para se promover a industrialização da construção (Vieira, 2006).



Figura 2.4: Estrutura em concreto pré-fabricado. Fonte: www.iacc.com.br.

Banheiros pré-fabricados vêm com todas as instalações necessárias, como a elétrica, água fria e quente, além de paredes impermeabilizadas e azulejadas. Pode ser de concreto armado ou até mesmo em *drywall*. Instala-se até 25 banheiros por dia, variando conforme a necessidade da obra e conforme o processo de construção do edifício, sendo que no sistema convencional são necessários pelo menos 4 dias para execução de apenas um banheiro. Estima-se a redução do cronograma de entrega da obra em até 5 meses (www.banheiropronto.com.br).

A estruturação do banheiro em concreto armado é a tecnologia mais utilizada por ser mais viável economicamente, deixando de ser usada somente se a laje não suportar a carga distribuída do banheiro (figura 2.5).



Figura 2.5: Banheiro pré-fabricado em concreto armado - Fonte: www.banheiropronto.com.br.

O banheiro pronto executado no sistema *drywall* permite obter células com peso reduzido, com reflexo positivo na estrutura do edifício e nas exigências em equipamentos de elevação no canteiro (figura 2.6).



Figura 2.6: Banheiro pré-fabricado em *drywall* - Fonte: www.banheiropronto.com.br.

Os painéis arquitetônicos são elementos de vedação que permitem o rápido fechamento das fachadas, com revestimento e caixilhos incorporados. Entretanto, para que todas as vantagens da pré-fabricação sejam extraídas dos mesmos, é preciso que a especificação aconteça na fase inicial da concepção, e o planejamento é fundamental, sobretudo para assegurar a viabilidade econômica da solução perante outros sistemas de vedação, pois assim, a indústria pode programar a produção, investir em famílias de produtos e otimizar as fôrmas que dão origem aos painéis, reduzindo por consequência os custos. É imprescindível a compatibilização da fachada com os demais projetos - estrutura, caixilharia, instalações prediais, climatização etc., e até mesmo a logística do canteiro deve ser levada em conta no momento da especificação, visto que dificuldades de transporte (feito por grua) e manuseio podem limitar o tamanho e peso dos painéis. No Brasil, trabalha-se com carga média entre 2,5 e 3 toneladas, equivalentes a painéis de 10 a 12 m² (Nakamura, 2008).

A fixação à estrutura é feita por meio de *inserts* metálicos embutidos nos painéis (chapas, tubos, peças especiais de montagem), que são sistemas especificamente desenvolvidos para cada obra, de acordo com o tipo de estrutura e distribuição das cargas (Vieira, 2006);

A peça vai pronta para a obra, e além de velocidade de montagem (Figura 2.7), redução de mão-de-obra e de custo e aumento de espaço e limpeza, o sistema permite mais segurança, eliminando a necessidade de bandejas, balancins e operários em situação de risco, e não formam trincas e rachaduras como nas vedações convencionais (Vieira, 2006). Do ponto de vista ecológico, os painéis arquitetônicos apresentam diferenciais competitivos: geram menos resíduo na obra, podem ser reciclados em eventuais retrofits e requerem baixa manutenção. Além disso, o conjunto do painel arquitetônico de concreto com o colchão de ar formado com

a vedação interna costuma apresentar bom desempenho térmico, o que pode contribuir para elevar a eficiência energética do edifício.



Nov. 2007.



Jan. 2008.

Figura 2.7: Evolução da construção de um edifício com painéis arqui tetônicos. Fonte: www.munte.com.br.

Para edificações de grande porte são utilizadas as pré-lajes ou lajes acabadas, as quais chegam prontas na obra e são içadas até os pavimentos, dispensando estocagem de material, eliminando desperdícios, reduzindo a necessidade de escoras e oferecendo boa produtividade. Além disso, contam com controle de qualidade no processo industrial, o que resulta em peças sem deformação e com textura e coloração uniformes. Atualmente as mais utilizadas são as alveolares (Figura 2.8) que são mais leves e já vem protendidas de fábrica (Vieira, 2006).



Figura 2.8: Lajes alveolares - Fonte: www.munte.com.br

Suas principais vantagens são relacionadas a aspectos logísticos, como a simultaneidade das etapas interdependentes e intervenientes, dispensa integralmente as formas, utiliza menos aço, permite acabamentos de menor espessura em face da precisão dimensional e da modulação dos blocos, maior produtividade e menor tempo de execução, pois elimina retrabalhos, gera menos entulhos por não precisar quebrar paredes, redução do número de especialidades e da quantidade de mão-de-obra, oferece mais segurança ao operário que trabalha sempre dentro da construção, mais rapidez e economia, obra mais limpa e possibilita a indução da racionalização em outras atividades, como instalações elétricas e hidráulicas, por exemplo (Vieira, 2006).

2.8.8.3 Alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural é um processo construtivo que se caracteriza pelo uso de paredes como principal estrutura suporte do edifício, resistente a cargas horizontais e verticais. Esse sistema surgiu da necessidade de se buscar alternativas que minimizassem as patologias resultantes do uso de estruturas cada vez mais esbeltas e bem desenvolvidas em conjunto com blocos de vedação cerâmicos, os quais apresentam baixa eficiência e resistência, medidas pouco regulares, e processo artesanal de fabricação (Vieira, 2006).

Suas principais vantagens são relacionadas a aspectos logísticos, como a simultaneidade das etapas interdependentes e intervenientes, dispensa integralmente as formas, utiliza menos aço, permite acabamentos de menor espessura em face da precisão dimensional e da modulação dos blocos, maior produtividade e menor tempo de execução, pois elimina retrabalhos, gera menos entulhos por não precisar quebrar paredes, redução do número de especialidades e da quantidade de mão-de-obra, oferece mais segurança ao operário que trabalha sempre dentro da construção, mais rapidez e economia, obra mais limpa e possibilita a indução da

racionalização em outras atividades, como instalações elétricas e hidráulicas, por exemplo (Vieira, 2006).

Para que a alvenaria estrutural apresente todas as suas virtudes e vantagens alguns requisitos são fundamentais, como projeto eficiente, compatibilização entre projetos, planejamento acurado, modulação de paredes adequada (múltiplos de 20 cm), previsão prévia de paredes sujeitas à remoção, treinamento prévio, equipamentos compatíveis com a movimentação dos blocos, detalhamento das juntas de dilatação entre paredes e lajes. De maneira geral, a alvenaria estrutural induz à racionalização da construção (Vieira, 2006).

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Metodologia Para Coleta de Dados

Com o objetivo de verificar como são tratados, na prática, os fatores determinantes para a geração de resíduos, realizou-se uma coleta de dados na cidade de Maringá, conforme descrito nas subseções a seguir.

3.1.1 Entrevista com funcionário da Secretaria do Meio Ambiente

Teve por objetivo conhecer a situação da cidade em relação aos resíduos de construção civil

3.1.2 Questionário destinado às construtoras (Apêndice A)

Engloba questões relacionadas aos fatores determinantes na geração de resíduos, tais como o porte das empresas e suas respectivas obras em execução, a quantidade e a composição dos resíduos gerados, a forma com que cada empresa ou profissional lida com os resíduos das construções sob sua responsabilidade, entre outros.

Para selecionar a amostra de profissionais para responder aos questionários, utilizou-se como referência, uma lista de profissionais autônomos e construtoras, cadastradas na prefeitura de Maringá, por meio da qual foi possível conhecer o número e o endereço das empresas da cidade.

Na lista de profissionais autônomos constavam além de engenheiros civis, outros tipos de profissionais, como arquitetos, engenheiros agrônomos etc. Assim, como não havia menção do tipo de atividade realizada por cada um, e, visto que o interesse era apenas pelos que executavam obras, esta lista foi descartada integralmente da pesquisa. Na lista de construtoras também não estava indicado o tipo de atividade, porém, como a maioria das empresas tem o tipo de serviço que realiza descrito na razão social, foi possível identificar as que executavam obras. Contudo, como nem todas as razões sociais contêm essa descrição, ou contêm uma descrição muito genérica, como “serviços de engenharia”, por exemplo, o tamanho da população de empresas levantada por esta lista deve ser tomado apenas como uma estimativa.

Da lista de construtoras foram relacionadas um total de cento e vinte e sete empresas, e dessas, vinte e duas foram visitadas para a entrega dos questionários, selecionadas ao acaso,

sem métodos estatísticos, dando-se preferência às localizadas na região central da cidade, devido à maior facilidade de acesso.

3.1.3 Questionário destinado às empresas coletoras (Apêndice B)

Aborda questões relacionadas à destinação dos resíduos coletados.

Selecionou-se, sem critérios estatísticos, três empresas entre as constantes no catálogo telefônico.

3.1.4 Questionário destinado aos trabalhadores da construção civil (Apêndice C)

Aborda questões sobre a situação familiar, educacional, econômico-financeira e profissional dos trabalhadores.

Foram selecionados para responder ao questionário, também sem critérios estatísticos, vinte dos vinte e nove trabalhadores que trabalhavam na obra utilizada para observação.

3.1.5 Observação na obra

Esta etapa da coleta de dados, foi realizada em uma obra de um edifício de vinte e três pavimentos, localizado na cidade de Maringá, e executado por uma construtora da cidade. Inicialmente, coletou-se amostras de resíduos gerados pela obra, as quais foram separadas e mensuradas, a fim de se conhecer sua composição. Em seguida, por cerca de dez dias, foram observados e registrados aspectos relevantes à geração de resíduos, tais como:

- a. Forma de recebimento de material dos fornecedores;
- b. Forma de armazenagem dos materiais;
- c. Tamanho do estoque;
- d. Período entre reabastecimentos do estoque;
- e. Métodos de transporte;
- f. Métodos construtivos.

O objetivo principal destas tarefas foi identificar as causas (razões imediatas) e as origens (razões iniciais) que levaram à geração do entulho nesta obra, a fim de verificar sua relação

com as respostas dos questionários e se estas estão de acordo com a literatura, de forma a propor alternativas para a solução/minimização dos problemas identificados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil das Construtoras

Das vinte e duas empresas visitadas, cinco haviam mudado de endereço, sete não responderam ao questionário, e dez responderam. A maior dificuldade encontrada, e que pode justificar o baixo retorno dos questionários, foi o fato de que os engenheiros não costumam permanecer na empresa, visto que precisam visitar as obras, o que diminui sua disponibilidade de participação em pesquisas como esta.

Pelas respostas dos questionários, foi possível perceber a confirmação de tudo o que foi tratado na teoria. Em primeiro lugar, a dificuldade em se caracterizar o setor da construção civil, devido à escassez de informações. Isto foi notável já no início da pesquisa, cuja população foi procurada não só na prefeitura, mas também no órgão regulador, o CREA; e ambos dispunham apenas de informações gerais, tal como a lista de profissionais cadastrados, sem referência ao tipo de atividade. Tal situação mostra como pode ser difícil e dispendiosa a aplicação prática de qualquer alternativa que se encontre para tentar solucionar o problema dos resíduos, já que os principais agentes, que são os pequenos construtores, são extremamente difíceis de serem localizados.

Na Figura 4.1 são apresentados os resultados quanto ao porte das obras executadas pelas empresas entrevistadas. Os entrevistados não especificaram o número de obras de cada porte que estão executando, apenas citaram o tipo predominante. Com isso, observou-se que as empresas, em geral, trabalham com um tipo de mercado mais definido, ou seja, se executam obras de grande porte, não executam de pequeno porte e *vice-versa*. Isso de certa forma facilitaria sua gestão em relação aos resíduos, entretanto, percebe-se que não é confiável o conhecimento que elas detêm sobre este assunto e sobre suas próprias obras, pois, apesar de a maioria ter indicado que as edificações de pequeno porte geram mais entulho (Figura 4.2), seguidas das de médio e grande porte, a variedade de respostas foi muito grande e metade não respondeu completamente a questão.

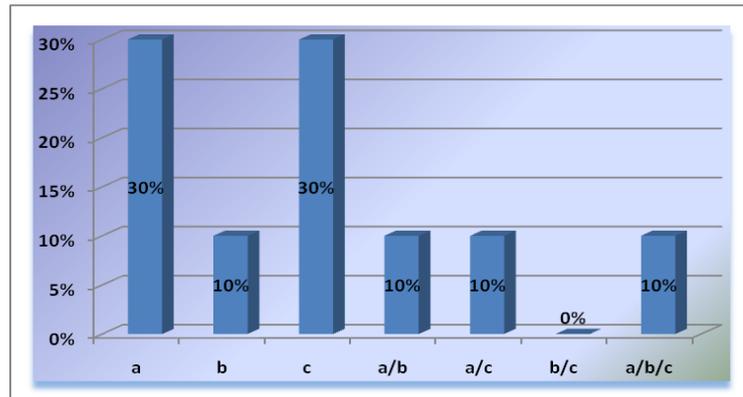


Figura 4.1: Porte das obras executadas

LEGENDA	
IDENTIFICAÇÃO	PORTE DA OBRA
a	Até 4 pavimentos
b	De 4 a 10 pavimentos
c	Acima de 10 pavimentos

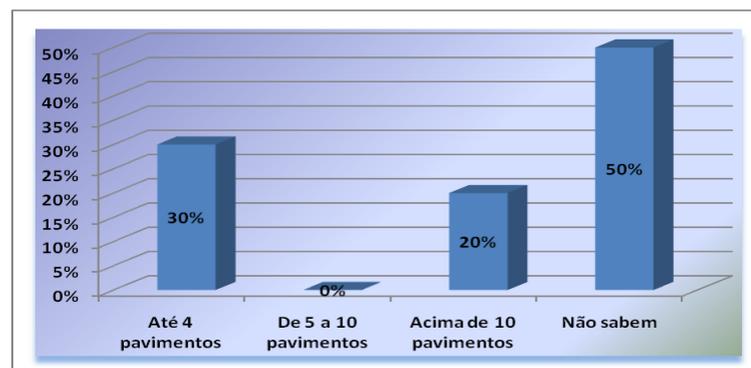


Figura 4.2: Geração de entulho em função do porte de obras.

O mesmo ocorreu quanto à classificação dos materiais que mais geram mais entulho na obra, cujos palpites mais próximo do que apresenta a teoria, foram as classificações dos blocos e da madeira como elementos encontrados em maior quantidade no entulho, e do aço na posição oposta. Sobre o concreto, por exemplo, não houve consenso, pois foi classificado desde o segundo lugar até como não presente no entulho (“nenhum”). O mesmo ocorreu com a classificação das embalagens, e, a argamassa, apesar de ter recebido classificações de todo tipo, foi mais votada como terceiro lugar.

Quanto ao planejamento e aos treinamentos observou-se um tratamento de mínima importância, conforme mostrado nas Figuras 4.3 e 4.4, respectivamente. Uma análise mais aprofundada e pontual permitiria conhecer a causa que leva as empresas a adotarem tal posição em relação a aspectos tão importantes, não só para a questão dos resíduos, mas também para a questão da produtividade e da qualidade. Entretanto, de uma visão superficial, baseada nas conversas durante as entrevistas com os engenheiros, pode-se dizer que de certo

modo, os engenheiros ignoram a dimensão da influência de tais fatores na eficiência do serviço como um todo. Decisões sobre o canteiro e sobre métodos, por exemplo, são tomadas por engenheiros apenas em obras maiores, ficando nos outros casos, nas mãos dos mestres-de-obras.

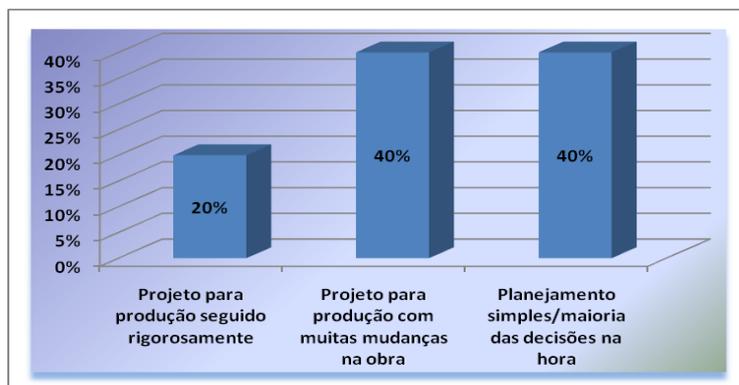


Figura 4.3: Nível de planejamento da execução das obras.

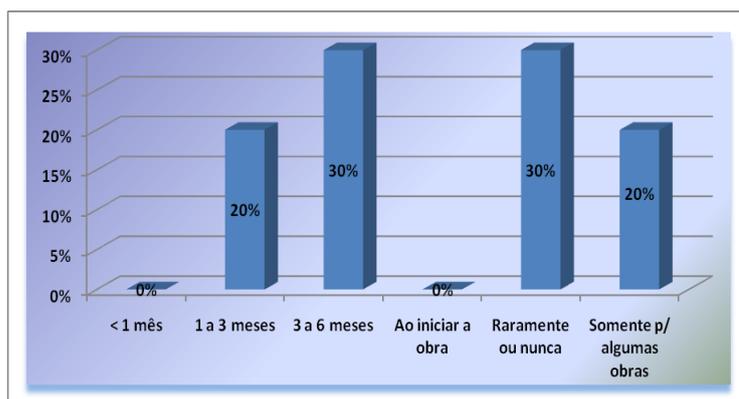


Figura 4.4: Período entre treinamentos.

Durante as entrevistas ficou bastante claro o desconhecimento dos profissionais quanto aos diversos tipos de metodologias e tecnologias disponíveis no mercado e suas vantagens, se comparadas às opções tradicionais. O único elemento que tem sido executado de forma mais inovadora é a laje (Figura 4.5), pois os outros continuam basicamente no convencional. Na maioria das questões, os entrevistados afirmaram que optam por alternativas mais incrementadas apenas para obras de grande porte, como o uso de guias e *drywall*. Para obras pequenas, adotam soluções mais simples e convencionais.

Quanto à coleta de resíduos, 90% dos entrevistados utilizam caçambas e 10% utilizam carroças.

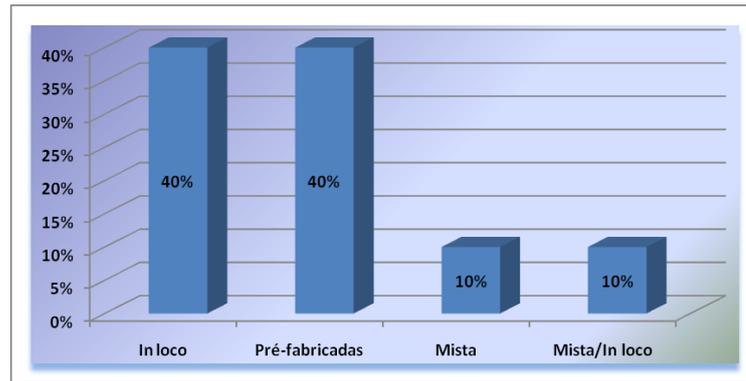


Figura 4.5: Métodos e tecnologias utilizadas nas obras.

4.2 Perfil das Empresas Coletoras

Os clientes atendidos pelas empresas coletoras são compostos por 87,5% de autônomos ou proprietários de pequenas edificações e 12,5% de construtoras, e quanto ao porte das edificações, são 87,5% de pequeno porte e 12,5% de grande porte. É evidente que as construtoras entrevistadas provavelmente não fazem parte da clientela atendida pelas empresas coletoras entrevistadas. Apesar disso, pelas informações fornecidas pelo funcionário da prefeitura (ver seção 4.1), sobre a gestão de resíduos em Maringá, pode-se concluir que os resultados aqui apresentados, podem ser transferidos às construtoras, visto que quase todas utilizam caçambas como meio de coleta.

Foram procuradas para responder o questionário doze empresas anunciadas nos catálogo telefônico, dos quais três não foram encontrados, e um se recusou a responder. De acordo com os entrevistados, não é realizado nada além do transporte do entulho, da obra até o aterro. Isso nos dá uma idéia da dimensão do desperdício, já que esses materiais são praticamente cem por cento recicláveis ou reutilizáveis.

Nenhum deles realiza qualquer tipo de separação ou reciclagem, nem enviam para que os faça, pois, segundo informaram, não há nenhuma empresa de reciclagem para esse tipo de material na região. Conseqüentemente, nenhum deles tem idéia da proporção da composição do entulho e todos os resíduos coletados são encaminhados para o aterro da cidade.

4.3 Perfil dos Trabalhadores da Construção Civil

A quantidade de profissionais entrevistados constitui uma amostra pequena se comparada à população desses trabalhadores na cidade. Entretanto, esta pesquisa foi comparada a outras semelhantes, e verificou-se que os resultados, de forma geral, seguem a mesma tendência.

Sendo assim, pode-se, com certas ressalvas em questões mais influenciadas por fatores regionais, considerar o perfil aqui apresentado como uma boa estimativa do perfil dos trabalhadores do setor.

A variação de idade entre os trabalhadores é grande, embora predomine a faixa de 46 a 55 anos (Figura 4.6). O local de residência divide-se entre Sarandi e periferia de Maringá. A grande maioria nasceu no interior do Paraná e são filhos de lavradores, enquanto as mães, são domésticas ou do lar. Entre as esposas dos trabalhadores, a variedade de profissões é maior, sendo as predominantes do lar, doméstica e zeladora.

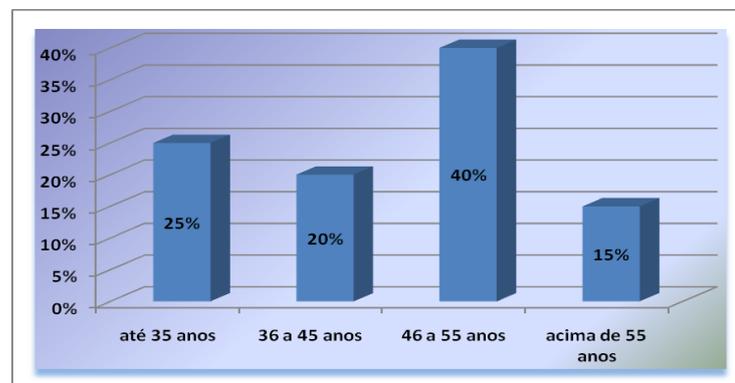


Figura 4.6: Idade dos trabalhadores.

Diante desses dados, é interessante salientar que a faixa etária do trabalhador da construção é de certa forma elevada, especialmente se pensarmos no quanto o trabalho é pesado, e sua entrada no setor decorreu do processo de urbanização que ocorreu no país por volta de 3 a 4 décadas atrás. Como o serviço é baseado em força física, sem necessidade de treinamentos específicos, este tipo de emprego era a opção mais viável para os trabalhadores que vinham do campo. A partir disso, o problema que se verifica no momento, é que logo esses trabalhadores estarão se aposentando, o que resultará em falta de mão-de-obra – que já vem sendo observada, pois atualmente, com o acesso mais facilitado à escola, os jovens têm optado por outros tipos de trabalho. Isto levará o setor a algumas mudanças num futuro próximo: haverá necessidade de modernização nas metodologias construtivas, com mais tecnologia, a fim de tornar o trabalho mais leve e intelectualizado, e aumento dos salários. Caso contrário, haverá apenas a perda crescente de mão-de-obra, gerando sérios problemas para o setor, que se encontra em crescimento.

Em relação ao perfil educacional dos trabalhadores, constatou-se uma grande carência de formação escolar e profissional. Apenas 20% concluiu o Ensino Fundamental, e dos 80%

restantes, quase todos afirmaram que não passaram da quarta série. O principal motivo alegado foi a distância das escolas em relação à zona rural, de onde a maioria é proveniente. Apenas 1 funcionário de 47 anos estuda atualmente (está fazendo o curso de alfabetização para adultos oferecido pelas escolas públicas) e se mostrou feliz por estar estudando novamente. Muitos deles, porém, não se mostram dispostos a voltar a estudar devido ao cansaço decorrente do trabalho. Os mais velhos dizem que não valeria mais a pena estudar, porque não tirariam proveito disso. Já os mais jovens, dizem que gostariam de voltar aos estudos se tivessem oportunidade.

Em relação aos cursos relacionados à própria profissão, somente 10% participou de um curso de pedreiro e 10% de um curso de guincheiro. O restante não participou de nenhum tipo de curso profissionalizante. Quando questionados se fariam cursos, caso fossem oferecido pela empresa, a maioria respondeu que sim. Entre os funcionários que responderam que não fariam, apenas um tem idade inferior a 50 anos. Os motivos citados são a falta de estudo, o que, segundo eles impossibilitaria o aprendizado, e também por causa do cansaço ao final do dia, devido ao trabalho pesado. Outro detalhe é que apenas os mais jovens se dispõem a receber treinamentos. Os mais velhos, tal como em relação à educação, acreditam que não valeria mais a pena se aperfeiçoar, visto que estão próximos da aposentadoria. Por outro lado, verificou-se também, que a empresa não oferece treinamentos ou realiza campanhas para incentivar os trabalhadores a voltarem a estudar. Isto mostra, como já comentado antes, que as empresas não têm consciência da importância de tornar o trabalhador mais bem preparado.

A grande maioria dos trabalhadores trabalhou como lavrador antes de entrar na construção civil. Além de trabalhar na lavoura, alguns poucos tiveram várias outras profissões, entre as quais garçom, metalúrgico, operário de indústria de algodão, engraxate, montador de móveis, entregador, vigia, carpinteiro, catador, frentista, retireiro, carimbador, granjeiro, porteiro, segurança.

O motivo principal para ingresso na construção foi a baixa escolaridade. Entretanto, muitos alegam, que para quem não possui estudo, este setor é o que paga melhores salários, e, apesar do desgaste e da falta de segurança da profissão, problemas alegados por praticamente todos os entrevistados, a grande maioria gosta do que faz.

Todos os funcionários entrevistados são funcionários da construtora, a maioria já trabalha na empresa há bastante tempo, o que parece refletir em seu cargo e salário. Além do salário,

todos recebem vale alimentação de R\$ 190,00, horas extras e abono de natal de R\$ 75,00 no final do ano. Os que recebem até R\$ 472,43, recebem salário família de R\$ 24,23 por filho, e os que têm salário de R\$ 472,44 até R\$ 710,08, recebem salário família de R\$ 17,07.

Entre os poucos que trabalharam em outras construtoras nos últimos cinco anos, a grande maioria mudou de emprego porque a obra foi concluída e foram dispensados.

4.4 Observação na obra

O edifício observado estava sendo construído no sistema convencional, com estrutura em concreto armado, moldada *in loco*, lajes treliçadas e vedações em alvenaria de tijolos cerâmicos. Na época da observação, fases distintas encontravam-se em execução simultaneamente. Sua parte comercial estava concluída (parte do térreo e sobreloja). As vedações externas estavam sendo chapiscadas e as vedações internas em alguns apartamentos estavam na alvenaria, em outros no chapisco e em outros no reboco. Nos apartamentos da cobertura as vedações externas estavam na alvenaria, e detalhes da fachada do edifício estavam sendo concretados. Em vários apartamentos estavam sendo realizadas as instalações elétricas e hidráulicas.

Inicialmente, para se conhecer o tipo de material que compunha o entulho gerado nesta fase da obra, coletou-se amostras do mesmo, as quais foram separadas por tipo de material e pesadas. A quantificação foi feita em termos de volume, utilizando-se como unidade de medida o metro cúbico e como meio de quantificação uma lata de tinta, cujo volume foi devidamente medido, resultando em aproximadamente 0,018 m³. Quando a lata não era completamente preenchida, media-se a altura alcançada pelos resíduos dentro da mesma, e então era calculado o volume aproximado.

A primeira amostra era composta apenas de embalagens de cimento, coletada na central de argamassa, referente a um período de dois dias.

A segunda amostra, referente a um período de uma semana, foi retirada do 1º pavimento residencial, o qual encontrava-se com as vedações internas e externas concluídas até a alvenaria, e com chapisco executado no método convencional (argamassa atirada contra a parede). Não havia sido realizada nenhuma alteração arquitetônica neste pavimento até o momento da coleta dos dados. A amostra era composta de lajota cerâmica, argamassa, bloco de concreto celular autoclavado, madeira e outros materiais como embalagens, aço, etc.

Realizou-se a separação apenas dos três primeiros componentes para a quantificação, pois os outros se encontravam em quantidades insignificantes e difíceis de mensurar com os recursos disponíveis, devidos à suas dimensões e formas geométricas, como a madeira (tábuas), por exemplo.

A terceira amostra, referente a um período de uma semana, foi retirada do 3º pavimento residencial, o qual encontrava-se com as vedações internas e externas concluídas até a alvenaria, e com chapisco em execução, com rolo de aplicação. Não havia sido realizada nenhuma alteração arquitetônica neste pavimento até o momento da coleta dos dados. Sua composição era semelhante à da segunda amostra, e utilizou-se dos mesmos métodos que esta para quantificação.

Os resultados da quantificação dos resíduos das três amostras são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Quantificação dos resíduos.

Componente	Quantidade Medida		
	Amostra 1 (m ³)	Amostra 2 (m ³)	Amostra 3 (m ³)
Argamassa	***	0,0966	0,1262
Concreto celular	***	0,0193	0,0193
Embalagem	0,0875	***	***
Lajota	***	0,0773	0,1063
Total	0,0875	0,1932	0,2518

A fim de se conhecer a densidade desses materiais, foram coletadas amostras menores dos materiais presentes nos resíduos, nos seguintes volumes:

- Argamassa: 0,001 m³, 0,002 m³, 0,003 m³.
- Lajota: 0,001 m³, 0,002 m³, 0,004 m³;
- Concreto celular: 0,001 m³, 0,002 m³, 0,0025 m³;

Após a pesagem das mesmas, calculou-se as médias ponderadas das densidades. As densidades apresentadas são aproximações grosseiras, pois o método que foi utilizado para o cálculo das mesmas é extremamente simples, e, além disto, não é possível quantificar uma unidade exata de volume, visto que as amostras são compostas de resíduos de diferentes

dimensões, de forma que não é possível acomodá-los perfeitamente dentro do recipiente utilizado como medida. Os resultados são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Densidade de alguns componentes dos resíduos de construção.

Componente	Densidade (Kg/m³)
Argamassa	1080,06
Concreto celular	281,402
Lajota	674,85

De acordo com a engenheira responsável pela obra, saíam da obra aproximadamente de uma a duas caçambas de entulho por semana. Na Tabela 4.3, são apresentadas as quantidades equivalentes aos principais materiais encontrados no entulho na fase observada.

Tabela 4.3: Quantidade de entulho por caçamba

Componente	Porcentagem em relação às amostras coletadas	Quantidade em volume (m³) numa caçamba de 5 m³	Quantidade em massa (Kg) numa caçamba de 5 m³
Argamassa	50	2,50	2.700,15
Concreto celular	10	0,50	140,70
Lajota	40	2,00	1.349,70
Total	100	5,00	4.190,55

Os resultados da Tabela 4.1 permitem observar o problema de uma forma quantitativa, o que em termos de resíduos é importante, já que a gestão dos mesmos envolve espaços físicos. Se considerarmos que uma parede tem normalmente aproximadamente 15 cm de espessura, e então somarmos os volumes mensurados apenas da argamassa e das lajotas – que são os materiais que compõem basicamente a alvenaria, e então dividirmos pelos 15 cm, teremos que apenas essas amostras equivalem a mais de um 1 m² de parede cada uma. É importante salientar que essas amostras foram retiradas de pavimentos onde ainda não haviam sido feitas as alterações arquitetônicas. Agora, se projetarmos esses valores para os 26 pavimentos do edifício, considerando um pé direito de 2,7 m, e que cada apartamento tem mais de 200 m² de área, chegamos à conclusão de que somente com esses materiais teriam sido feitas mais da metade das vedações externas de um pavimento. Se formos considerar as demolições feitas devido às mudanças, o desperdício pode ser imensamente maior, já que em alguns apartamentos, segundo o mestre-de-obras mostrou, foram derrubadas paredes até de 10 m². A

perda de ciporex, por sua vez, também é grande, principalmente se pensarmos que com este material são feitas apenas as vedações das escadas e do poço do elevador.

A partir dos resultados na Tabela 4.3 podemos concluir que, se na fase de alvenaria, durante um ano forem tiradas pelo menos uma caçamba de 5 m³ de entulho da obra, isso somaria um total de 240 m³ ou aproximadamente 201.146 Kg de entulho por ano. Como é sabido, uma obra do porte da que foi avaliada, dura muito mais que um ano, e dessa forma pode-se concluir que a quantidade de entulho gerada em todo o seu tempo de execução é exorbitante.

Para compreender os motivos que levaram à geração de tamanha quantidade de entulho, as perdas encontradas no período de observação da obra, foram analisadas de acordo com a classificação proposta por Souza (2005), utilizando-se os indicadores qualitativos propostos pelo mesmo autor. A análise é apresentada a seguir.

4.4.1 Perdas por transporte dos materiais

O transporte horizontal de materiais era feito por meio de carrioas, e o transporte vertical por meio de elevador/guincho (Figura 4.7). Com a utilização desses meios, o transporte torna-se ineficiente, e, por ser uma atividade que não agrega valor ao produto final, eleva o custo.



Figura 4.7: Transporte de materiais.

Uma das formas mais visíveis da perda de materiais com a utilização de carrioas foi no transporte de lajotas, pois utilizando este meio, a carga e a descarga precisa ser feita manualmente, e unindo a isso a falta de cuidado dos trabalhadores na hora de manusear e armazenar o material o resultado são perdas por quebra (Figura 4.8).



Descarga de lajotas cerâmicas



Armazenagem de lajotas cerâmicas



Perdas de lajotas cerâmicas devido à quebra.

Figura 4.8: Transporte de materiais.

4.4.2 Perdas na estocagem de materiais

A armazenagem de materiais (Figura 4.9), embora respeitasse parcialmente os critérios de distância, não recebia muitos cuidados, o que pode ser fonte de muitos desperdícios. As lajotas, areia e brita, eram descarregadas e armazenadas em um terreno vizinho à obra, em contato direto com o chão; esta forma de armazenagem favorece a contaminação e conseqüentemente as perdas. A armazenagem de argamassa, cal e revestimentos era feita no subsolo, sem qualquer cuidado, e o cimento estocado no pavimento térreo, próximo à central de argamassa, estava encostado na parede, e em contato direto com o chão, o que possibilita os efeitos nocivos da umidade.



Es toque de cimento



Es toque de lajotas, areia e brita



Es toque de cal e pastilhas



Es toque de pisos

Figura 4.8: Es tocagem de materiais.

4.4.3 Técnicas de construção

Na alvenaria convencional, além da perda de argamassa na execução, tal como se observa na escada mostrada na figura 4.10, as instalações hidráulicas e elétricas exigem quebra de

paredes prontas e muitas vezes, até mesmo de vigas e pilares (Figura 4.11), também ocasionando perdas e no segundo caso, a redução da eficiência da estrutura. Em alguns casos, quando o cliente decide por alguma mudança tardia em seu apartamento, a tubulação precisa passar pelo chão, o que exigirá uma camada mais espessa no acabamento da laje.



Figura 4.10: Perda de argamassa na execução da alvenaria.



Figura 4.11: Passagem de tubulações elétricas na alvenaria e na viga.

O método convencional para execução do chapisco (atirando argamassa contra a parede) exige uma quantidade muito maior de argamassa, pois além de a camada de chapisco na parede ficar muito espessa, quantidade considerável de argamassa cai no chão e não pode ser reaproveitada. Foi adotado na obra, por sugestão do mestre de obras, o “chapisco rolado”, que consiste na aplicação da argamassa com um rolo específico para isso, semelhante aos rolos utilizados para pintura, mas com alguns furos de aproximadamente um centímetro de diâmetro. Dessa maneira, é necessário um pouco mais de aditivo, visto que a camada é bem

menos espessa que no método convencional, o que diminui sua aderência. O desperdício, porém, é nulo. As Figuras 4.12 a 4.13 apresentam estas duas formas de chapisco e a Figura 4.14 mostra a limpeza na obra quando utilizado o chapisco rolado.



Figura 4.12: Parede chapiscada com método convencional e desperdício em um cômodo



Figura 4.13: Parede chapiscada com rolo



Figura 4.14: Limpeza na obra quando utilizado o chapisco rolado.

As perdas de lajotas e argamassa por transporte, pela quebra das paredes para a passagem das tubulações, pela execução da alvenaria, e pelo chapisco, justificam a forte participação desses materiais nas amostras coletadas; prova de que a alvenaria convencional está longe de ser uma boa opção para as obras, apesar de soluções interessantes como o chapisco rolado, que reduzem o desperdício de argamassa.

Outro tipo de perdas verificado foram as decorrentes de mudanças solicitadas pelos clientes. Por se tratar de um condomínio, ou seja, uma edificação cujos apartamentos são vendidos antes de serem concluídos, eles podem optar pelo projeto original do interior do apartamento ou customizá-lo. O problema é que muitas das mudanças são solicitadas tardiamente. Como exemplo, pode-se citar paredes que seriam inteiramente demolidas para serem novamente construídas com um deslocamento de 10 ou 15 cm, ou divisões de cômodos que não agradaram depois de prontas e teriam que ser igualmente demolidas e refeitas. Na Figura 4.15 é possível verificar a quantidade de entulho gerada em um único apartamento, devido a uma mudança desse tipo.

De acordo com a engenheira responsável pela obra e com o mestre-de-obras, isso ocorre porque os proprietários, no momento de definir os detalhes do interior de seus apartamentos, muitas vezes recusam-se a contratar um arquiteto, para economizar. Porém, o que essas pessoas não percebem, é que desmanchar aquilo que já está pronto, reflete diretamente no custo da obra, o que por sua vez, refletirá no preço do apartamento.



Figura 4.15: Entulho gerado em consequência de mudanças arquitetônicas em um apartamento

De maneira geral, se analisarmos a situação, é possível perceber que, se as construtoras vetassem aos clientes a possibilidade de realizar mudanças a partir de certo ponto ao longo da execução da obra, seus preços poderiam ser mais atrativos e elas se tornariam mais competitivas, pois seriam evitados grandes desperdícios, o custo da obra cairia consideravelmente, e estariam ao mesmo tempo deixando de prejudicar o ambiente. Ora, se essa visão é ignorada pelas construtoras, é fácil concluir que esta tarefa de conscientizar os profissionais por diversos meios que poderiam ser aplicáveis nesta situação, caberia perfeitamente aos órgãos reguladores, os quais teoricamente deveriam fiscalizar as obras para garantir o adequado funcionamento do setor, ao invés de fiscalizar apenas o recolhimento das taxas.

Quanto aos outros tipos de materiais, normalmente presentes entre os resíduos de construção, não foi possível fazer uma análise, pois, para isso, seria necessário avaliar uma obra do começo ao fim, visto que cada fase caracteriza a utilização de certos tipos de materiais. Na obra avaliada não havia mais a utilização intensa de madeira e isopor, por exemplo, entretanto, foi possível encontrar alguns restos desses materiais que ainda não haviam sido levados pela empresa de coleta. A Figura 4.16 mostra o entulho gerado em poucos dias apenas em um dos subsolos. Na Figura 4.17 é possível observar parte da madeira utilizada apenas nos últimos pavimentos, cuja escora havia sido retirada recentemente. De acordo com a engenheira, embora este material possa ser, em alguns casos, utilizado nove vezes, a quantidade que vai para o lixo é extremamente grande, o que mostra o quão vantajosa pode ser a utilização de elementos pré-fabricados.

Em suma, pode-se dizer que o que foi observado na obra, confirmou o que foi apresentado na teoria e nos questionários: total carência de organização e utilização de métodos racionalizados.



Figura 4.16: Entulho gerado em um subsolo



Figura 4.17: Madeira para descarte

4.5 Gerenciamento dos RCD na Cidade de Maringá

Segundo Ednilson, funcionário da Secretaria do Meio Ambiente de Maringá, a cidade também não dispõe de informações concretas a respeito dos RCD, como as quantidades geradas, por exemplo. Entretanto, muitas deposições irregulares foram encontradas (Figura 4.18). Até o ano passado, todo o lixo coletado na cidade de Maringá era levado para o lixão, que funcionava irregularmente há 34 anos, com montanhas de lixo a céu aberto, uma lagoa de chorume prestes a romper, e centenas de pessoas, inclusive crianças, disputando espaço com urubus. Porém, após uma autuação do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), a prefeitura viu-se obrigada a atender às exigências do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) determinado pelo mesmo, que apresenta exigências como recuperação do passivo ambiental, captação de gases, melhoria do sistema de drenagem e das lagoas de tratamento de chorume, para que se pudesse devolver ao córrego uma água com níveis mínimos de contaminação.



Figura 4.18: Deposição irregular em Maringá – Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá

O primeiro passo – a recuperação da área, já concluído, durou seis meses, e de acordo com o prometido pelo prefeito de Maringá, ao final dos doze meses seguintes, as outras exigências do TAC estariam prontas, para que Maringá tenha um aterro de acordo com as especificações ambientais. A tecnologia que será utilizada para tratamento do lixo é da Biopuster, empresa alemã, e promete fazer de Maringá a primeira cidade brasileira com aterro “lixo zero”. Para isso, utiliza um processo biológico, que trata os dejetos através da injeção de ar comprimido rico em oxigênio nos depósitos de resíduos, estimulando a ação das bactérias responsáveis pela decomposição, dando uma melhor destinação para os resíduos e reduzindo os custos de operação.

Antes desse tratamento, ao chegar ao aterro, os resíduos domiciliares e industriais e outros como galhos, troncos e madeiras usadas ou de demolições, são separados dos recicláveis, e

processados por um triturador de reduzida poluição sonora e baixo desgaste do mecanismo de trituração. Depois do tratamento com ar comprimido, ocorre a oxidação da matéria orgânica, e a biofiltração de todos os elementos gasosos, com a mudança da matéria orgânica para biofertilizantes após noventa dias (compostagem) e a separação de recicláveis. Com esse tratamento, não há produção de biogás e os resíduos finais são mínimos. A viabilidade de utilização na indústria cimenteira ou na alimentação de auto-fornos do setor metalúrgico já está sendo estudada.

A partir do início da recuperação do lixão, os RCD foram utilizados para o taludamento, e antes das obras, eles apenas eram dispostos junto aos outros resíduos, quando não iam parar em deposições irregulares espalhadas pela cidade. No entanto, em vista da reciclabilidade dos RCD e considerando as diretrizes da Resolução CONAMA 307, a Secretaria do Meio Ambiente de Maringá, elaborou um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para a cidade, que estará sob a coordenação de Ednilson.

As referências para o projeto foram buscadas na cidade de Belo Horizonte – MG, onde um PIGRCC já funciona e tem dado bons resultados, servindo de exemplo para o Brasil; em Maringá, o projeto planejado em quatro ações, conforme se segue, encontra-se em andamento:

- Ação 1: Rede de áreas para manejo de pequenos volumes;
- Ação 2: Rede de áreas para manejo de grandes volumes;
- Ação 3: Programa informação ambiental;
- Ação 4: Programa de Fiscalização.

Para a realização da primeira ação, já foram definidos sete locais para instalação de PEVs (Pontos de Entrega Voluntária), os quais são chamados “Ecopontos”. Estes locais, com área de até 1.000 m² cada, servirão como pontos de coleta gratuita de pequenos volumes de resíduos (até 2 m³), e serão organizados de forma a atender toda a área urbanizada.

Os Ecopontos devem ser instalados em locais estratégicos, a fim de incorporar fluxos já reconhecidos para os resíduos, sem alterá-los, fazendo-se com que as novas instalações ocupem, preferencialmente, locais já inventariados como atuais deposições irregulares, ou se localizem em sua vizinhança imediata. Com isto, objetiva-se atrair a maior parcela possível do RCD gerado em sua área de abrangência, permitindo ainda, que o trabalho dos carroceiros e

carrinheiros seja facilitado, visto que também serão levados em conta fatores como: capacidade de deslocamento dos pequenos coletores - girando em torno de 1,5 e 2,5 km, a altimetria da região - para que os coletores não sejam obrigados a subir ladeiras íngremes para realizar o descarte, e barreiras naturais que venham a impedir ou dificultar o acesso ao ponto de entrega.

Além disso, esses locais poderão também, funcionar como pontos intermediários para o descarte de resíduos volumosos, como móveis e utensílios inservíveis, podas de arborização privada, embalagens de grande porte e outros, colaborando assim, não somente para a gestão dos RCD, como para a gestão de outros resíduos sólidos. Para isso, terão em seu layout, espaço para receber resíduos densos, leves e coleta seletiva (figuras 4.19) e, para garantir seu adequado funcionamento e eficácia, estarão munidos de guaritas com mobiliário, equipadas com a estrutura necessária, como sanitário, água, luz, telefone e computador, onde haverá uma pessoa responsável por cuidar do local.

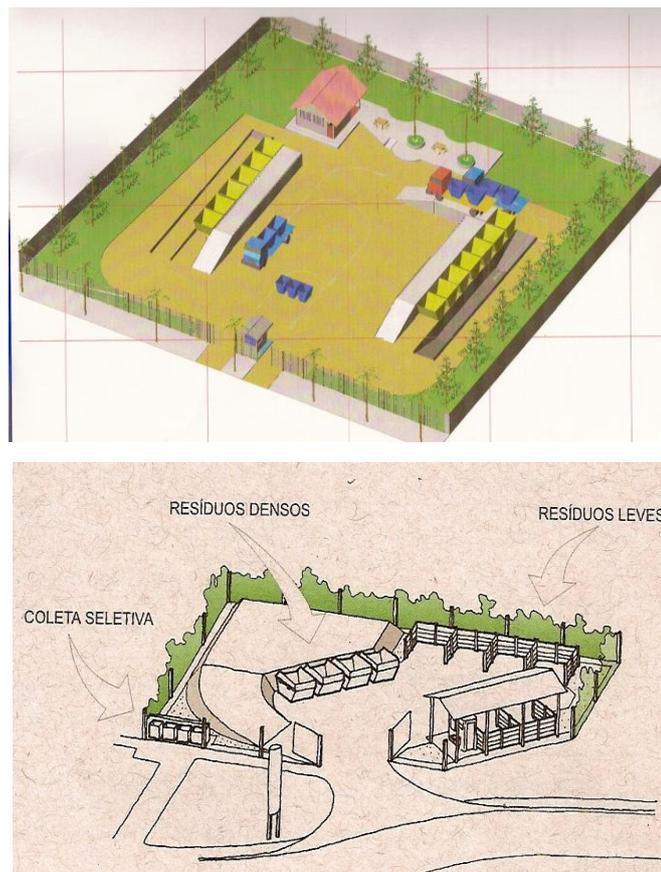


Figura 4.19: Projetos para "Ecoponto" – Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá

A implantação dos Ecopontos deve ocorrer de forma gradativa, concomitante com dois outros processos: o primeiro, dedicado à recuperação de todos os locais de deposição irregular

presentes na bacia de captação, possibilitando o resgate da qualidade urbanística; o segundo, dedicado à promoção de informação concentrada, seguida de fiscalização renovada, com vistas à alteração de cultura e adesão de todos ao compromisso com o correto descarte e destinação dos resíduos. Os destinos dados a esses materiais devem priorizar as soluções de reutilização ou reciclagem, ou quando inevitável, adotar a alternativa do Aterro de Resíduos de Construção Civil.

A segunda ação será em conjunto com agentes privados para a gestão do processamento de grandes volumes de RCD (acima de 2 m³), e contempla a instalação de áreas de triagem e reciclagem de resíduos classe A (ver anexo A) com capacidade para 300 toneladas/dia, e aterros de resíduos classe A, cujas localidades são pedreiras já definidas (figuras 4.20) dependendo apenas da finalização do processo de licenciamento ambiental para utilização, o qual já se encontra em andamento.



Figura 4.20: Pedreira onde serão instaladas as áreas de triagem e reciclagem.

A terceira ação é a realização de um programa de ações voltadas à redução da geração desses resíduos, à difusão do potencial de sua reutilização e reciclagem e à ampla divulgação sobre a localização das áreas destinadas ao seu descarte correto. Consistirá de ações de interação com a comunidade e com os agentes envolvidos na geração e no transporte de entulho na cidade, de caráter educativo e sensibilizador, que enfatizem a divulgação das unidades instaladas para recebimento e reciclagem de entulho, bem como a importância do adequado funcionamento do sistema para minimização dos diversos problemas sociais e ambientais causados pelo descarte aleatório desses resíduos. Serão criadas oportunidades de comunicação, como o “Disque Carroça”, o “Disque Limpeza” e materiais informativos impressos, bem como a

ocupação de espaços nobres em rádios, jornais e televisão com veiculação para milhares de pessoas.

Os contatos diretos com a população do entorno das unidades, antes e após a sua implantação, a criação de eventos artísticos na inauguração das unidades, uma ação permanente com grupos formadores de opinião nas escolas, igrejas, condomínios, empresas, bem como a programação de visitas de estudantes, professores e da população em geral, serão realizados com o objetivo de informar, para neutralizar resistências e buscar o envolvimento da comunidade, garantindo assim o funcionamento das unidades em harmonia com a vizinhança e a apropriação das mesmas pela comunidade. E, além disso, planeja-se oferecer assistência aos carroceiros, fornecendo tratamento veterinário e vacinas aos cavalos, a fim de incentivá-los a se integrarem no programa, visto que sem esses agentes, é impossível conseguir resultados satisfatórios.

A quarta ação consiste num programa de fiscalização rigoroso, que deve num primeiro momento permitir a migração ordenada da atual situação para o novo sistema de gestão e, num segundo momento, garantir o pleno funcionamento do conjunto das ações, através do cumprimento das obrigações, por todos os envolvidos. O essencial é evitar, de um lado, ações que venham a degradar o ambiente e, de outro, a ação dos agentes que tenham caráter predatório, aí incluída a concorrência desleal dos coletores clandestinos com empresas ou coletores autônomos licenciados, comprometidos com o novo sistema regulamentado.

Implantar o PIGRCC em Maringá, é de fato urgente, pois como mostram os resultados apresentados, a quantidade de lixo gerada é enorme, e conseqüentemente, o desperdício também. Entretanto, entre todas as ações necessárias, a quarta é extremamente importante para garantir o bom funcionamento do programa, pois sem a participação efetiva de todos os agentes, é impossível conseguir sucesso.

5. CONCLUSÃO

Gerenciar de forma eficiente a produção na construção civil não é tarefa fácil diante da complexidade em se imobilizar e padronizar máquinas e equipamentos. E isso se deve ao fato de que, a grande maioria das atividades é feita de uma maneira artesanal, com uso de ferramentas totalmente dependente das habilidades dos trabalhadores, de seus conhecimentos técnicos e dos hábitos de trabalho, criados no desempenho de suas funções ao longo dos anos, o que somado às peculiaridades do setor dificultam em demasia a sua administração.

Por outro lado, é certo que a introdução de alternativas de gestão que considerem os aspectos fundamentais de produção, como tecnologia, qualificação, produtividade, especialização, treinamento, entre outros, funciona em qualquer outro tipo de indústria; e não somente funciona, como é essencial à sua eficiência. Da mesma forma, como mostrado neste trabalho, esses fatores também influenciam a eficiência dos processos construtivos e, apesar das dificuldades, gerenciar de forma efetiva e eficiente a cadeia de suprimentos traz vantagens que vão além da redução das perdas e, por conseguinte, dos resíduos. Promover a agilidade das operações e a melhoria contínua da qualidade dos serviços, através da introdução de conceitos e ferramentas da Engenharia de Produção nas empresas de construção civil, significa contribuir fortemente para que sejam atingidos os objetivos estratégicos das mesmas, bem como para a redução de custos, aumentando a sua competitividade.

No contexto em que se encontra o setor atualmente, a gestão dos resíduos é necessária para dar um destino ao que tem sido gerado. Mas, paralelamente a isso, é necessário adotar medidas para reverter esta situação, e frear a utilização dos recursos disponíveis de forma descontrolada e irresponsável, e o desperdício, os quais, constantemente, têm levado desastres ecológicos à vida da população, especialmente nas camadas mais pobres.

Assim, é essencial o investimento em alfabetização para os trabalhadores da construção, de preferência no início do expediente, e/ou ainda, uma bonificação aos que voltarem a estudar, a fim de estimular o interesse pelos estudos. Dessa forma, o treinamento acerca das atividades do setor seria facilitado, permitindo a introdução de novos métodos e tecnologias, e a preparação do setor para as mudanças que certamente irão ocorrer, em decorrência da crescente falta de mão-de-obra. Entretanto, para que isso seja posto em prática pelas empresas, é necessário inicialmente conscientizar os profissionais de engenharia, o que caberia aos órgãos reguladores e administrações locais, através de programas que levem ao

conhecimento de todos, a importância e os benefícios, tanto para as empresas como para o planeta, da racionalização e da industrialização da construção civil, e através de leis que garantam a adoção de tais medidas.

Se essa atitude proativa em relação aos resíduos de construção, e também de outros ramos, for levada a sério, com certeza será possível num futuro próximo, a recuperação da harmonia entre o homem e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas). **NBR 13.531**. Elaboração de Projetos de Edificações: Atividades Técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

Ângulo, Sérgio Cirelli; Zordan, Sérgio Edurado; John, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. In: IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil - Materiais Reciclados e Suas Aplicações. IBRA CON. São Paulo-SP, 2001. Disponível em: http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20IV_CT206_2001.pdf. Acesso em 20 mar. 2008.

Arechavaleta, Fernanda. **Construção Civil: Gente Existe, o Que Falta é Experiência**. A manhã. 27 de junho de 2008. Disponível em: <http://www.amanha.com.br/NoticiaDetalhe.aspx?NoticiaID=9bde48c9-21d3-4415-80d4-ab28b955ef45>. Acesso em: 05 set. 2008.

Auriemo, Renato. **Crescimento e Gargalos da Construção Civil**. Gazeta Mercantil (Brasil). 03 jun. 2008. Disponível em: <http://indexet.gazetamercantil.com.br/arquivo/2008/06/03/38/Crescimento-e-gargalos-da-construcao-civil.html>. Acesso em: 05 set. 2008.

Barros, Mercia Maria Semensato Bottura de. **Capítulo 2 - Conceitos Básicos Relacionados Com a Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas no Processo de Produção De Edifícios**. In: Textos Para Leitura, 2007. Disponível em: <http://pcc5303.pcc.usp.br/Textos%20para%20Leitura/Profa.%20Mercia/CAPIT2.pdf>. Acesso em 07 set. 2008.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 307**, de 5 de julho de 2002, p. 95-96. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, 17 jul. 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=270>. Acesso em 20 mar. 2008.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, 1999. **Importância do Setor de Construção Civil na Economia Brasileira**. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/files/textos/024a.pdf>. Acesso em 20 mar. 2008.

Campos, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês**. Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

Costa, Nébel et al. **Planejamento de Programas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: uma análise multivariada**. Eng. Sanit. Ambient. Vol.12 nº 4, Rio de Janeiro, out./dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1413-41522007000400012&lng=in&nrm=iso&tlng=in. Acesso em 11 ago. 2008.

Damião, Mary-Else Moreira e Taigy, Ana Cristina. **O Homem Como Determinante do Controle de Perdas no Canteiro-De-Obra**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1999, Rio de Janeiro - RJ. Anais eletrônicos. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0525.PDF. Acesso em 20 mar. 2008.

Domingos, Sabrina. **Maringá Terá Aterro Lixo Zero**. Carbono Brasil, 03 out. 2007. Disponível em: <http://www.carbonobrasil.com/news.htm?id=272054>. Acesso em 06 jul. 2008.

Linjardi, Fábio. **Construção Civil Paga Melhor, Mas Tem Falta de Mão-de-obra**. Sintracom Notícias, julho, 2008, http://www.sintracommaringa.com.br/index.php?meio=noticias_lista&mes=07&ano=2008. Acesso em: 5 set. 2008.

Melhado, Silvio Burratino e Fabrício, Márcio Minto. **Projetos Para Produção e Projetos da Produção na Construção de Edifícios: Discussão e Síntese de Conceitos**. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 1998, Florianópolis – SC. Anais eletrônicos. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/silviobm/Publica%20C3%A7%20C3%B5es%20PDF/ENTAC1998_Proj-P-Prod.pdf. Acesso em: 10 jul. 2008.

Mikaldo Jr, Jorge e Scheer, Sérgio. **Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: Qual a Melhor Solução?** In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba - PR. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-19.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2008.

Nakamura, Juliana. **Painel Arquitetônico de Fachada – Superando Estígmias**. Arquitetura e Urbanismo, Edição 164, Nov. 2007. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/164/artigo66782-1.asp>. Acesso em: 15 jul. 2008.

Pereira, Érica Cristiane Osório; Piske, Fabiana; Oliveira, Gelásio Pedro de; Santos, José Umberto dos; Nardelli, Rudimar e Piccoli Jr., Waldir. **Engenharia Simultânea: Um Estudo de Caso em Uma Empresa Têxtil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador - BA. Anais eletrônicos. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR54_0706.pdf. Acesso em: 10 jul. 2008.

Pereira, Roger. **Maringá Terá Aterro no Lugar do Lixão**. Paraná Online. 30 jul. 2008. Disponível em: <http://www.parana-online.com.br/editoria/cidades/news/201975/>. Acesso em: 6 jul. 2008.

Pinto, Tarcísio de Paula. **Metodologia Para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo – SP. Disponível em: http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/tese_tarcisio.pdf. Acesso em 26 ago. 2008.

Pinto, Tarcísio de Paula, coordenador. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A Experiência do Sinduscon-SP** – São Paulo: Obra Limpa: I & T: Sinduscon-SP, 2005. Disponível em: http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Manual_Residuos_Solidos.pdf. Acesso em 20 mar. 2008.

Pinto, Tarcísio de Paula e Gonzáles e Juan Luis Rodrigo, coordenadores. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil: Volume 1- Manual de Orientação: Como Implantar um Sistema de Manejo e Gestão Nos Municípios**. Brasília: CAIXA, 2005.

Porto, Márcio. **Brasil Bate Recorde Histórico na Construção Civil em 2008**. 27 mar. 2008. Disponível em: <http://www.marcioporto.wordpress.com/2008/02/11/brasil-bate-record-historico-na-construcao-civil-em-2008/>

Rezende, André Luis. **Ritmo de Contratações na Construção Civil Cresce 185%**. Núcleo da Notícia, 23 mai. 2008. Disponível em: <http://www.maxpress.com.br/noticia.asp?TIPO=PA&SQINF=319862>. Acesso em: 05 set. 2008.

Saurin, Tarcísio Abreu. **Identificação de Perdas no Serviço de Alvenaria Em Um Canteiro de Obras Sob a Ótica do Sistema de Produção Enxuta**. UFRGS - PPGE. Programa de Pós-Grad. em Engenharia de Produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000. Anais eletrônicos. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0090.PDF. Acesso em 20 mar. 2008.

Souza, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como Reduzir Perdas Nos Canteiros: Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 2005.

Vieira, Hélio Flávio. **Logística Aplicada à Construção Civil: Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**. São Paulo: Pini, 2006.

Questionário destinado às construtoras

- 1) Forma de atuação no mercado:
 - a. Empresa
 - b. Profissional autônomo

- 2) Como se caracterizam as obras sob sua coordenação? Especifique o número de obras em andamento relativo a cada tipo especificado abaixo:
 - a. Edificações de até 4 pavimentos
 - b. Edificações de 5 a 10 pavimentos
 - c. Edificações com mais de 10 pavimentos

- 3) Com relação às obras sob sua responsabilidade, quais os tipos que geram mais entulho, proporcionalmente à dimensão da obra? Enumere de 1 a 3 as alternativas abaixo, atribuindo 1 para o tipo de obra que gera mais entulho e 3 para o que gera menos:
 - a. Edificações de até 4 pavimentos
 - b. Edificações de 5 a 10 pavimentos
 - c. Edificações com mais de 10 pavimentos
 - d. Não tenho conhecimento

- 4) Você tem conhecimento dos tipos de materiais que compõem o entulho gerado pelas suas obras? Se sim, enumere de 1 a 7 cada componente do entulho listado abaixo, atribuindo 1 para o que se apresenta em maior quantidade e 7 para o que se apresenta em menor quantidade:
 - a. Concreto
 - b. Argamassa
 - c. Blocos cerâmicos ou de concreto
 - d. Revestimentos
 - e. Madeira
 - f. Aço
 - g. Embalagens de materiais
 - h. Outros. Quais? _____
 - i. Não tenho conhecimento

- 5) Como você coleta os resíduos das suas obras?
 - a. Contratação de carroceiros
 - b. Contratação de caçambas
 - c. Outros. Qual? _____

- 6) Como é planejada a execução das suas obras?
 - a. É elaborado, antecipadamente, um projeto para produção, abrangendo cronograma e projeto do canteiro, ricos em detalhes e com a utilização dos conceitos de logística aplicada à construção civil, além de toda a metodologia construtiva e ferramental a serem utilizados, o qual é seguido rigorosamente;
 - b. É elaborado um projeto para produção, conforme o item (a), porém ele nunca é seguido exatamente como planejado e muitas coisas são mudadas.
 - c. É elaborado um planejamento simples para a obra e a maioria das decisões relacionadas ao canteiro de obras, às metodologias e às ferramentas, são tomadas na hora.

- 7) Na ausência de um projeto para produção, quem toma as decisões sobre o canteiro (posição dos centros de produção de argamassa, armação, posição e o tamanho dos estoques, entre outros) é:
 - a. O engenheiro responsável pela execução
 - b. O mestre de obras
 - c. Qualquer pessoa que trabalhe na obra

- 8) Na ausência de um projeto para produção, quem toma as decisões sobre as metodologias construtivas e ferramentas a serem utilizadas é:
 - a. O engenheiro responsável pela execução

- b. O mestre de obras
 - c. Qualquer pessoa que trabalhe na obra
 - d. Os procedimentos e metodologias construtivas utilizados nas obras são padronizados? Sim
 - e. Não
- 9) São realizados treinamentos para capacitação dos operários da obra:
- a. Em períodos menores que um mês;
 - b. Em períodos de um a três meses;
 - c. Em períodos de três a seis meses;
 - d. Apenas quando vai iniciar a obra;
 - e. Raramente ou nunca;
 - f. Somente para algumas obras.
- 10) Que tipo de metodologias construtivas e tecnologias são utilizadas na maioria das suas obras para:
- a. Fundações: _____
 - b. Pilares: _____
 - c. Lajes: _____
 - d. Armaduras: _____
 - e. Vedações internas: _____
 - f. Vedações externas: _____
 - g. Transporte vertical: _____
 - h. Transporte horizontal: _____

APÊNDICE B

Questionário destinado às empresas coletoras

- 1) Como se caracterizam quantitativamente os contratantes da sua empresa?
 - a. Profissionais autônomos: _____%
 - b. Empresas construtoras: _____%
- 2) Como se caracterizam as obras atendidas por sua empresa?
 - a. Edificações de até 3 pavimentos: _____%
 - b. Edificações de 4 a 10 pavimentos: _____%
 - c. Edificações acima de 10 pavimentos: _____%
- 3) A empresa realiza algum tipo de separação nos resíduos coletados?
 - a. Não
 - b. Sim
- 4) A empresa tem conhecimento, mesmo que de forma aproximada, dos tipos de materiais que compõem o entulho coletado? Se sim, classifique de 1 a 7, cada componente do entulho, atribuindo 1 para o que se apresenta em maior quantidade e 6 para o que se apresenta em menor quantidade:
 - a. () Concreto
 - b. () Argamassa
 - c. () Blocos cerâmicos ou de concreto
 - d. () Revestimentos
 - e. () Madeira
 - f. () Embalagens plásticas (prof., vc acha que devo colocar apenas embalagens de materiais aqui?)
 - g. () Outros. Quais? _____
 - h. Não tenho conhecimento
- 5) Qual a destinação dada aos resíduos coletados?
 - a. São levados ao aterro da cidade
 - b. São depositados em aterros particulares
 - c. São depositados em locais ilegais
 - d. Outros. Qual? _____
- 6) O que sua empresa faz com os resíduos coletados antes de levar ao destino final?
 - a. Separação
 - b. Reciclagem
 - c. Venda para empresas de reciclagem
 - d. Venda para empresas que os utilizam em seus processos
 - e. Outros tratamentos. Quais? _____
 - f. Nenhum

APÊNDICE C

Questionário destinado aos trabalhadores da construção

1. DADOS PESSOAIS

Nome:
 Endereço: Data de nascimento:
 Idade:
 Local de nascimento:
 Sexo: feminino () masculino ()

2. DADOS FAMILIARES

Profissão do pai:
 Profissão da mãe:
 Profissão da esposa:
 Número de filhos:
 Idade dos filhos:
 Trabalham atualmente?
 Sim () não ()

3. SITUAÇÃO EDUCACIONAL

Nível de escolaridade:
 a. 1º grau b. 2º grau c. Superior. Até qual série?
 Estuda atualmente?
 a. Sim. O quê? Onde? b. não
 Fez algum curso de aperfeiçoamento/treinamento? Qual?

 Se lhe fosse oferecido cursos de treinamento/especialização, você:
 a. não faria o curso
 b. faria se fosse oferecido durante o horário de trabalho
 c. faria mesmo que fosse oferecido fora do horário de trabalho

4. SITUAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA

Possui casa própria?
 a. Sim b. Não
 Quanto paga de aluguel ou prestação por mês?

 Possui automóvel?
 a. Sim b. Não. Qual meio de locomoção utiliza?
 Quanto tempo leva para ir de casa para o trabalho?

5. SITUAÇÃO PROFISSIONAL

Possui quanto tempo de profissão?

 Como aprendeu a profissão?
 a. Através de cursos
 b. Através de treinamento na prática com um profissional mais qualificado
 c. Sem um treinamento específico; apenas executava o que o mandavam e observava os outros trabalhadores
 Escolheu essa profissão?
 a. Sim
 b. Não
 Gosta do que faz?
 a. Sim
 b. Não

 Por que trabalha na construção civil?
 a. Porque gosta e escolheu esta profissão
 b. Porque não estudou o suficiente para desenvolver outra atividade
 c. Porque é a melhor opção atualmente

Em quantas construtoras trabalhou nos últimos 5 anos?

Qual(is) o(s) motivos da(s) saída(s)?

Empresa em que trabalha atualmente:

Há quanto tempo está nessa empresa?

Qual o seu salário?

Possui outros benefícios? Quais?

Possui outra atividade fora da empresa? Qual?

Profissões anteriores:

ANEXO A

RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: 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 obras, calça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo às operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso

futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

e construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e

II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.
Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à inserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos

para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Presidente do Conselho

Publicada DOU 17/07/2002

ANEXO B

Características Peculiares da Construção Civil (Vieira, 2006).

- Produto (linha de produção) imóvel, sendo necessário que os funcionários se desloquem ao longo dos postos de trabalho;
- Indústria móvel, os processos, mão-de-obra, matérias-primas e equipamentos mudam de local para local;
- Emprego de mão-de-obra tem caráter eventual e suas possibilidades de promoção são pequenas, gerando baixa motivação para o trabalho;
- Mão-de-obra desqualificada e alta rotatividade no setor;
- Tempo elevado de produção de uma unidade de produto;
- Custo de produção de uma unidade de produto extremamente elevado;
- Produção sujeita às intempéries – o produto é totalmente exposto durante sua produção;
- Sem padrão contínuo de procedimentos e responsabilidades;
- Cria produtos únicos e não-seriados – encaminha a um padrão de baixa repetitividade;
- Complexidade do sistema produtivo, ou seja, são envolvidas especificações complexas e muitas vezes confusas. Projetos executivos normalmente com obras em andamento;
- Grande variedade de itens de insumos – são envolvidos em torno de 13.000 a 15.000 itens por produto executado;
- Responsabilidades muitas vezes dispersas – zonas sem responsáveis explícitos;
- Muitos processos artesanais com possibilidades limitadas para automatização;
- Interferência e interveniência entre tarefas, operações unitárias em paralelo – equipes de pedreiros, azulejistas, encanadores, entre outros;
- A cadeia de suprimentos não apresenta distribuição física; o cliente final é que vai até o produto.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**