



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA E
AMBIENTAL – PPGEUA

KARLA SIMONE DA CUNHA LIMA VIANA

**METODOLOGIA SIMPLIFICADA DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANTEIRO DE OBRAS.**

João Pessoa – PB
Maio – 2009

KARLA SIMONE DA CUNHA LIMA VIANA

**METODOLOGIA SIMPLIFICADA DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANTEIRO DE OBRAS.**

Área de Concentração:

Gerenciamento e Reutilização de Resíduos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental - PPGEUA da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA URBANA E AMBIENTAL**

Orientadora: Prof. Dr^a. Cláudia C. Nóbrega

João Pessoa – PB

Maio – 2009

V614m Viana, Karla Simone da Cunha Lima.
Metodologia simplificada de gerenciamento de resíduos
sólidos em canteiros de obras / Karla Simone da Cunha Lima
Viana.- João Pessoa, 2009.
178f.
Orientadora: Cláudia C. Nóbrega
Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCT
1. Engenharia Urbana. 2. Resíduos de construção. 3.
Construção – incorporações verticais. 3. Diagnóstico dos
resíduos. 4. Metodologia simplificada.

UFPB/BC

CDU: 62:711(043)

KARLA SIMONE DA CUNHA LIMA VIANA

**METODOLOGIA SIMPLIFICADA DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANTEIRO DE OBRAS.**

Apresentada ao programa de Pós-Graduação
em Engenharia Urbana e Ambiental do Centro
de Tecnologia da Universidade Federal da
Paraíba, em 22 de Maio de 2009.

BANCA EXAMINADORA:

Professora Dr^a. Claudia Coutinho Nóbrega – UFPB
Orientadora

Professor Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior - UFPB
Examinador Interno

Professor Dr^a. Nelma Mirian Chagas de Araújo – IFPB
Examinador Externo

Dedico esta dissertação ao meu marido
e aos meus filhos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus filhos, João Vítor, Marinna e João Pedro, pela paciência e a admiração que dispensaram durante todo o período de muita concentração, e pelo amor incondicional que me oferecem todos os dias.

Ao meu marido Márcio Viana que me acompanha com muito amor e auxílio por toda a minha vida e em todos os meus empreendimentos.

A minha mãe Marília que desde seu ventre soube transmitir o amor fundamental que me trouxe estrutura para superar todos os obstáculos da minha vida.

A toda a minha família, pai e irmãos, que me trouxeram alento e me acolheram quando os momentos difíceis persistiram em assolar a minha vida.

Aos mestres e doutores que passaram por toda a minha vida acadêmica, pelo crescimento intelectual que me proporcionaram. De forma especial à minha orientadora a Doutora Cláudia Coutinho que, apesar das dificuldades enfrentadas durante fase difícil de sua vida, não se deixou levar por elas e continuou a me acolher com as dúvidas e orientações que buscava. De forma mais especial ainda por ter se configurado em amiga compreensiva e auxiliadora, sendo tantas vezes configurada por mim como um anjo.

A todas as pessoas que, de alguma forma, consciente ou inconscientemente, passaram em minha vida e deixaram uma semente a ser geminada para auxiliar em meu crescimento pessoal.

E, por fim, aquele a quem considero o mais importante da minha vida, pois sem a sua presença constante não teria enfrentado tantos obstáculos e transposto todos eles com serenidade e vitória. Senhor Deus, és tu a quem me refiro e exprimo todo o amor que tenho no peito. Obrigada por mais esta vitória em que Tu foste o grande mentor dela.

METODOLOGIA SIMPLIFICADA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANTEIRO DE OBRAS.

Karla Simone da Cunha Lima Viana

RESUMO

A questão dos resíduos sólidos vem se agravando a cada dia. Os entulhos, resíduos oriundos da construção civil, têm uma produção com números elevados e uma ausência no tratamento adequado. No desenvolvimento da pesquisa foi realizado o diagnóstico dos resíduos das construções verticais por incorporação no município de João Pessoa e desenvolvida uma metodologia simplificada de gestão desses resíduos em canteiros de obras, com vistas a adequar as empresas às legislações e resoluções vigentes. A metodologia adotada foi a aplicação de questionário em treze obras de diferentes empresas e a coleta de amostra de resíduos dessas empresas que se encontravam em etapas distintas de construção (fundação, estruturas, alvenaria e acabamento) para análise da composição volumétrica destas. Através dos questionários também foi verificado o grau de atendimento das empresas construtoras às leis e resoluções vigentes, bem como feito o levantamento da quantidade de resíduos produzidos nas construções verticais por incorporações na cidade de João Pessoa através de dados coletados nas obras. A prefeitura do município forneceu dados sobre a quantidade de construções verticais por incorporação (em m²) dos últimos 3 anos, com vistas à se obter uma média anual dessas construções. Por fim, foi elaborada uma metodologia simplificada para a gestão dos resíduos em canteiros de obras, baseada nas referências utilizadas e nas características inerentes às empresas e ao município de João Pessoa. Diante dos resultados e discussões, pode-se concluir que as empresas não atendem ao disposto nas leis e resoluções brasileiras vigentes, isto devido à falta de conscientização e à ineficácia da fiscalização proposta pelo poder público, pois os princípios que o Plano de Gerenciamento do Município de João Pessoa fundamenta em seu texto, desde sua elaboração no ano de 2007, não condiz com a realidade vivenciada na prática. A geração de resíduos desse tipo de empreendimento é alta (**2.373,93 t/mês**) e sua composição é formada por resíduos potencialmente recicláveis. Este fato confirma a importância da implantação de uma metodologia de gestão desses resíduos em canteiros. A metodologia desenvolvida no trabalho buscou adotar uma simplicidade com vistas à uma maior facilidade na sua adoção e aplicação pelos dirigentes e funcionários das empresas, como também para não haver grandes custos em sua implantação, adequando-se aos instrumentos públicos e privados disponíveis na região.

Palavras chave: Resíduos de Construção. Diagnóstico. Gerenciamento. Metodologia.

SIMPLIFIED METHODOLOGY OF MANAGEMENT OF SOLID WASTE IN BUILDING SITES

Karla Simone da Cunha Lima Viana

ABSTRACT

The issue of solid waste has been getting worse and worse. The refuses, waste from civil construction, are highly produced and lack adequate treatment. In the development of the research, a diagnosis was carried out in the waste of vertical constructions which are sold before being finished in the city of João Pessoa and a simplified methodology of management of that waste in building sites was developed, aiming to adequate the companies to the current legislations and statements. The methodology adopted was to use questionnaires in thirteen sites from different companies and the collection of samples of waste from these companies that were in different steps of building (foundation, structure, brickwork and finishing) to analyse the volumetric composition of them. Through the questionnaires it was also verified the extent to which the building companies meet the current laws and statements, and also a survey of the quantity of waste produced in the vertical constructions which are sold before being finished in the city of João Pessoa through samples collected in the sites was carried out. The town hall of the city offered data about the quantity of vertical constructions which are sold before being finished (in m²) in the last three years, aiming to obtain an annual average of those constructions. At last, a simplified methodology was elaborated to manage the waste in building sites, based on the reference used and the inherent characteristics of the companies and the city of João Pessoa. In face of these results and discussions, we can conclude that the companies do not meet the current Brazilian laws and statements, due to the lack of consciousness and the inefficiency of the inspection proposed by the public power, as the principles that the Plan of Management of João Pessoa base in its text, since its elaboration in 2007, do not match with the reality. The generation of waste of this type of entrepreneurship is high (2.373,93 tons/month) and its composition is formed by potentially recyclable wastes. This fact confirms the importance of the use of a methodology of management of these wastes in sites. The developed methodology of the work was simple in order to facilitate its adoption and application by the managers and employees of the companies, as well as to avoid great costs to implement it, and also adapt the public and private instruments available in the region.

Key words: Waste from constructions. Diagnosis. Management. Methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Volume intenso de entulho em obra.....	50
Figura 02 - Retirada de grande volume de entulho.....	51
Figura 03 - Passagem improvisada da instalação hidráulica.....	53
Figura 04 - Armazenamento inadequado de materiais.....	53
Figura 05 - Qualidade comprometida dos materiais recebidos	59
Figura 06– Mistura de agregados impossibilitando sua utilização.....	60
Figura 07 – Armazenamento inadequado em área externa.....	60
Figura 08 - Armazenamento de areia sem contenção lateral.....	61
Figura 09 - Armazenamento inadequado de blocos cerâmicos.....	63
Figura 10 - Desperdício de blocos cerâmicos.....	63
Figura 11 - Perdas de concreto devido ao transporte inadequado.....	65
Figura 12 - Geração de entulho durante a execução de rasgos nas paredes para se embutir as instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.....	66
Figura 13 - Execução de alvenaria em conjunto com a instalação elétrica.....	67
Figura 14 - Execução de alvenaria sem rasgos e sem resíduos.....	67
Figura 15 - Perdas de gesso devido ao revestimento.....	68
Figura 16 - Exemplo de transporte inadequado de blocos.....	69
Figura 17 – Canteiro em João Pessoa com ingerências de estoque.....	74
Figura 18 – Resíduos classe A de pavimentação e demolição de peças pré-moldadas de concreto.....	87
Figura 19 – Resíduos classe B de plástico.....	87
Figura 20 - Resíduos classe B de madeira e metal.....	88
Figura 21 - Resíduos classe C de gesso.....	88
Figura 22 - Usina de Beneficiamento.....	97
Figura 23 - A proteção do cinturão verde.....	98
Figura 24 - Triagem dos RCD que entram na Usina.....	99
Figura 25 - Material proveniente do concreto sendo quebrado.....	99
Figura 26 - Material proveniente do concreto sendo colocado no trator.....	100
Figura 27 - Lançamento do material na máquina de beneficiamento.....	100
Figura 28 - Baias que separam material beneficiado por diâmetro.....	101

Figura 29 - Material antes e depois do beneficiamento.....	101
Figura 30 - Carregamento do trator com o material não concretício.....	102
Figura 31 - Beneficiamento de material com composição não concretícia.....	102
Figura 32 - Paraíba e o Município de João Pessoa.....	119
Figura 33 - Evolução demográfica em João Pessoa.....	120
Figura 34 - Fluxograma da metodologia do presente estudo (etapa 1).....	123
Figura 35 - Fluxograma da metodologia do presente estudo (etapa 2).....	124
Figura 36 - Resíduos de Construção em Processo de Separação.....	126
Figura 37 - Resíduos de Construção após a Separação.....	127
Figura 38 – Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Estrutura.....	127
Figura 39 - Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Acabamento.....	128
Figura 40 – Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Fundação.....	129
Figura 41 - Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Alvenaria.....	129
Figura 42 – Sensibilização através de cartazes.....	132
Figura 43 – Sinalização na parede e demarcação do piso para colocação de resíduos.....	133
Figura 44 - Bombonas para acondicionamento inicial dos resíduos.....	139
Figura 45 - Caixas de madeira compensada para acondicionamento inicial dos resíduos.....	139
Figura 46 – Resíduo de gesso armazenado inicialmente nos próprios sacos da embalagem original.....	140
Figura 47 – Resíduo armazenado inicialmente em sacos de cimento.....	140
Figura 48 - Recipiente para depósito de resíduos orgânicos.....	141
Figura 49 – Baías para acondicionamento dos resíduos em canteiros.....	141
Figura 50 – Capacidade de acondicionamento ultrapassada.....	142

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Fontes e Causas da Ocorrência de Resíduos da Construção.....	25
Quadro 2 – Componentes de um modelo logístico de gestão.....	37
Quadro 3 – Princípios Fundamentais da Produção Enxuta.	43
Quadro 4 - Possibilidades de desperdícios.....	55
Quadro 5 - Origens dos desperdícios possíveis.....	56
Quadro 6 - Desperdício provável sobre o custo da construção.	57
Quadro 7 – Diferentes fases de um empreendimento e a ocorrência de perdas de materiais.....	76
Tabela 1 - Percentuais de desperdício sobre o custo da construção.....	57
Tabela 2 – Média de geração de resíduos anual das empresas pesquisadas.....	131

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução.....	14
1.1 Aspectos Gerais.....	14
Capítulo 2 – Objetivos.....	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica.....	20
3.1 Resíduos Sólidos.....	20
3.1.1 Os Resíduos Sólidos no Brasil.....	23
3.1.2 Os Resíduos da Construção Civil.....	23
3.1.3 Composição dos Resíduos de Construção e Demolição.....	28
3.1.4 Impactos Ambientais Importantes dos Materiais que Compõem os Resíduos de Construção.....	29
3.2 Logística nos Canteiros de Obras.....	32
3.2.1 Logística de Suprimentos.....	32
3.2.1.1 A Gestão da Qualidade.....	33
3.2.1.2 O <i>Just in Time</i> (JIT).....	34
3.2.1.3 O Planejamento e Controle da Produção.....	38
3.2.1.4 O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.....	40
3.2.2 Logística de Canteiro.....	41
3.2.2.1 Estudos de preparação.....	45
3.2.2.2 Projeto de canteiro.....	47
3.3 A Logística dos Resíduos da Construção Civil.....	47
3.3.1 Logística Interna.....	47
3.3.2 Logística externa.....	49
3.4 Perdas e Desperdícios.....	49
3.4.1 Classificação das Perdas.....	51
3.4.1.1 Perdas segundo seu controle.....	51
3.4.1.2 Perdas segundo sua natureza.....	52
3.4.2 Perdas e desperdícios em canteiros de obras.....	54
3.4.3 As perdas na etapa de recebimento.....	58
3.4.4 As perdas na etapa de estocagem.....	59

3.4.5 As perdas na etapa de processamento intermediário.....	64
3.4.6 As perdas na etapa de aplicação (processamento final).....	64
3.4.7 As perdas na etapa de transporte.....	68
3.4.8 Pesquisas Nacionais e Inter nacionais sobre perdas.....	70
3.5 Revisão da Legislação.....	81
3.5.1 O Código de Posturas do Município de João Pessoa.....	82
3.5.2 O Código Municipal de Meio Ambiente.....	83
3.5.3 A Resolução CONAMA nº 307/2002.....	85
3.5.4 Lei Nº11.176 de 2007	90
3.6 O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa - PB (PIGRCD – JP).....	93
3.6.1 <u>1ª Fase</u> – Diagnóstico/ Inventário.....	94
3.6.2 <u>2ª Fase</u> - Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa.....	96
3.6.3 Estratégia de Implantação das Ações do Plano de Gestão.....	103
3.6.4 Sistema de Gestão Sustentável para os Resíduos da Construção Civil e Demolição.....	104
3.7 A Aplicação da Gestão Ambiental.....	105
3.7.1 Formas de Destinação para Alguns Resíduos.....	105
3.7.2 Planos de Gestão de Resíduos nas Construções.....	108
3.7.3 A experiência no Brasil e no mundo.....	109
3.7.3.1 São Paulo.....	109
3.7.3.2 Belo Horizonte.....	110
3.7.3.3 Salvador.....	112
3.7.3.4 Recife.....	113
3.7.3.5 Maceió.....	115
3.7.3.6 Hong Kong.....	116
3.7.3.7 O Programa Europeu.....	117
3.7.4 Agentes Envolvidos na Gestão de Resíduos e suas Responsabilidades.....	118
Capítulo 4 – Metodologia.....	119
4.1. Área de estudo.....	119
4.2 Método.....	121
Capítulo 5 – Análises e Discussões.....	125

5.1 Verificação do grau de adequação das empresas às legislações vigentes.....	125
5.2 Classificação e quantificação dos resíduos gerados nos canteiros de obras amostrados.....	126
5.3 Estimativa do volume de resíduos das construções verticais por incorporações....	130
5.4 Descrição de Metodologia Simplificada para Gestão dos Resíduos em Canteiro de Obras.....	132
5.4.1 Planejamento e implantação de ações de sensibilização.....	132
5.4.2 Elaboração e implantação de ações para reduzir a geração de resíduos.....	134
5.4.3 Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos para o canteiro de Obras..	137
5.4.4 Monitoramento do Plano de Gerenciamento de Resíduos para o canteiro de Obras.....	142
5.5 Recomendações.....	143
Capítulo 6 – Conclusões.....	145
6.1 Conclusões Gerais.....	145
Referências Bibliográficas.....	147
Apêndice.....	153

Capítulo 1 - Introdução

1.1 Aspectos Gerais

O setor da construção civil tem uma importância fundamental para o desenvolvimento econômico e social do país, isso é fato comprovado, pois, segundo Leitão (2005, p.3), de acordo com dados apresentados pelo jornal Gazeta Mercantil (16/07/2004), no Brasil, o setor da construção civil responde por 15,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e garante cerca de 15 milhões de empregos diretos, sendo considerado o maior consumidor de matérias-primas da economia brasileira e um dos maiores geradores de resíduos: estima-se que cerca de 80 milhões de toneladas de rejeitos da construção sejam movimentados no País, superando o volume de lixo doméstico.

Em matéria publicada no Jornal Correio da Paraíba (07/2008), o reitor da UFPB, Rômulo Polari, afirmou que a construção civil é o segmento mais importante da indústria local, é o único que manteve a Paraíba na 4ª posição do Nordeste. Ainda segundo o reitor: “A construção civil se destaca como o setor que mais tem se expandido. Além de ser o mais competitivo, dinâmico, moderno e eficiente da indústria, é responsável por uma parte significativa da geração de empregos”. O presidente do Sindicato da Indústria da Construção Civil de João Pessoa (Sinduscon-JP), Irenaldo Quintans, reforça a afirmação de Polari, apresentando as perspectivas de crescimento, bem como os resultados atingidos pelo setor nos últimos cinco anos. Segundo Quintans, a construção civil é responsável por, no mínimo, 30 mil empregos formais diretos em João Pessoa.

De acordo com a mesma matéria, o setor da construção civil gera, em média, 18% do Produto Interno Bruto (PIB) do Estado, 14% da carga tributária e mais de 70% dos investimentos em capital fixo (não especulativos). “O setor responde, hoje, a um estímulo ocasionado por dois fatores principais: estabilidade econômica (devido à retirada da inflação) e capitalização das empresas (mercado aberto e financiamento

bancário)”, explicou Irenaldo Quintans, ressaltando que “houve um fluxo de dinheiro para a produção imobiliária”.

Segundo Pinto e González (2005), a Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos.

Dados nacionais revelam que, para cada tonelada de lixo urbano recolhido, são coletadas duas toneladas de entulhos oriundos da atividade de construção civil (BIDONE, 2001, p.13).

De acordo com Tam (2007, p.1073), os resíduos de construção e demolição constituem uma grande proporção dos resíduos sólidos. Após pesquisa de diversos autores, o referido pesquisador concluiu que no Reino Unido mais de 50% do aterro provém dos resíduos de construção, na Austrália esse percentual é de 44%. Nos Estados Unidos da América 29% do total dos resíduos correspondem aos resíduos da indústria da construção, enquanto que em Hong Kong esse valor corresponde a 38%. Carneiro (2005, p.22) afirma que no caso do Brasil, a participação média fica em torno de 59%.

Além dessa produção com números elevados, existe também o problema da ausência de tratamento adequado para tais resíduos, gerando graves problemas ambientais, sobretudo nas cidades em processo mais dinâmico de expansão ou renovação urbana, como é o caso da cidade de João Pessoa.

A quantidade de resíduos de construção civil gerada nas cidades brasileiras demonstra um desperdício irracional de material desde a sua extração, passando pelo transporte e chegando a sua utilização. Os custos desta irracionalidade são distribuídos por toda sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também por aqueles referentes à remoção e tratamento dos mesmos, e os custos da degradação ambiental.

Nesse contexto foi aprovada a Resolução nº 307, de 05/07/2002, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que criou instrumentos para avançar no sentido da superação dessa realidade, definindo responsabilidades e deveres e tornando obrigatória em todos os municípios do país e no Distrito Federal a implantação pelo poder público local de Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, como forma de eliminar os impactos ambientais decorrentes das atividades relacionadas à geração, transporte e destinação desses materiais. Também determina para os geradores a adoção, sempre que possível, de medidas que minimizem a geração de resíduos e sua reutilização ou reciclagem; ou, quando for inviável, que eles sejam reservados de forma segregada para posterior utilização.

Fator estimulante para o desenvolvimento dessa pesquisa são os importantes avanços na gestão dos resíduos da construção civil, ocorridos devido às diretrizes e procedimentos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, cujos princípios são baseados em um modelo de gestão diferenciada, ou seja, uma gestão sustentável, contrário ao que antes ocorria que era a gestão corretiva. A gestão corretiva caracteriza-se por englobar atividades não preventivas, repetitivas e custosas das quais não surtem resultados adequados, por isso profundamente ineficiente. A gestão corretiva se sustenta na “inevitabilidade” de áreas com deposições irregulares, degradando o ambiente urbano, e se sustenta enquanto houver a disponibilidade de áreas de aterramento nas proximidades das regiões fortemente geradoras de Resíduos de Construção e Demolição - RCD (PINTO, 1999, p.45).

Também fazem parte desse estímulo ações no âmbito do município de João Pessoa, sejam elas: a construção de uma usina de reciclagem e a aprovação da Lei que institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Lei Nº11.176 de outubro de 2007) e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição.

A Construção Civil é uma das indústrias que mais explora recursos naturais e, além disso, é a maior geradora de resíduos. No Brasil, as construções, da forma como são conduzidas, são normalmente ambientes propícios à geração de resíduos. Enquanto em países desenvolvidos a média de resíduos provenientes de novas edificações encontra-se abaixo de 100 kg/m², no Brasil esse índice gira em torno de 300 kg/m² edificado, segundo Monteiro (2001, apud MEIRA, 2007, p.42).

Já se tem conhecimento de algumas iniciativas no sentido de solucionar esses problemas através de ações rápidas e eficazes, a exemplo dos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos nos municípios de Guarulhos, Piracicaba, Belo Horizonte e São Paulo. Entretanto, segundo Meira (2007), na maioria dos municípios brasileiros, a Resolução nº 307 do CONAMA não tem atingido os seus objetivos de forma satisfatória.

De acordo com Meira (2007), em estudo realizado por Araújo *et al.* (2005a) na cidade de João Pessoa, verificou-se que os principais motivos do não atendimento às disposições da Resolução CONAMA nº 307 são a falta de conhecimento do próprio documento e a conseqüente falta de comprometimento com sua implementação.

O trabalho propõe-se a realizar um levantamento da situação dos resíduos sólidos da construção civil para as construções verticais por incorporação no município de João Pessoa, fazendo com que a atividade de geração desses resíduos seja retratada em sua realidade local, assim como propor um modelo de gerenciamento dos resíduos em canteiro, com vistas à sua não geração, ao seu reaproveitamento e destinação adequada, considerando que:

I - o canteiro ficará mais organizado e mais limpo;

II - haverá uma proposta para triagem de alguns resíduos, impedindo sua mistura com insumos;

III - haverá possibilidade de reaproveitamento de resíduos antes de descartá-los;

IV - serão quantificados e qualificados os resíduos descartados, possibilitando a identificação de possíveis focos de desperdício de materiais.

V – Haverá redução dos desperdícios em canteiros de obras e conseqüente redução nos custos de produção.

O gerenciamento adequado dos resíduos produzidos por suas empresas, incluindo a sua redução, reutilização e reciclagem, tornará o processo construtivo mais rentável e competitivo, além de mais saudável (MOREIRA E JÚNIOR, 2008, p.11).

O interesse pelas construções verticais por incorporação dá-se pelo fato de que a verticalização das construções é um processo que vem acontecendo de maneira intensa em João Pessoa. Segundo o Jornal A União (2008), uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2007, mostrou que o processo de verticalização das principais cidades do Estado alterou o perfil da habitação na Paraíba. As empresas estão preferindo construir apartamentos a conjuntos habitacionais horizontais.

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos, incluindo esta introdução que corresponde ao primeiro; o segundo que descreve os objetivos geral e específicos deste trabalho; o terceiro com uma revisão bibliográfica da temática abordada, onde se discorrem sobre resíduos sólidos, logística nos canteiros de obras, a logística dos resíduos da construção civil, novas filosofias de gestão, perdas e desperdícios, revisão da legislação, plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição do município de João Pessoa, e a aplicação da gestão ambiental; no quarto capítulo pode ser verificada a metodologia empregada para o desenvolvimento da pesquisa. O quinto capítulo apresenta as análises e discussões dos resultados e, no último, estão contidas as conclusões e recomendações do estudo. Após este último capítulo, apresentam-se as referências utilizadas na pesquisa seguida os apêndices.

Capítulo 2 - Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a elaboração de uma metodologia simplificada para o gerenciamento dos resíduos de construções verticais por incorporação no município de João Pessoa – Paraíba – Brasil.

2.2 Objetivos Específicos

- Classificar os resíduos gerados nos canteiros de obras amostrados.
- Quantificar os resíduos de construção por tipo.
- Estimar o volume de resíduos das construções verticais por incorporações.
- Verificar o grau de adequação das empresas às legislações vigentes.
- Realizar diagnóstico sobre o gerenciamento dos resíduos em construções verticais por incorporação.
- Descrever uma metodologia simplificada para gestão desses resíduos em canteiro de obras.

Capítulo 3 - Revisão Bibliográfica

3.1 Resíduos sólidos

A Norma Brasileira, NBR – 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 2004 define resíduos sólidos como resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam da atividade da comunidade: de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Considera-se, também, resíduo sólido, os lodos provenientes de sistema de tratamento d'água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente viáveis, em face da melhor tecnologia disponível.

Os fatores que interferem na produção dos resíduos são vários, dentre eles, pode-se citar: o número de habitantes, o poder aquisitivo desses, os hábitos e costumes da população e seu nível educacional e cultural.

Lins *et al* (2008, p.16) apresenta a classificação dos resíduos quanto a sua origem, a sua composição química, à presença de umidade e à toxicidade, da seguinte forma:

Quanto à origem:

- Domiciliar- aquele originado da vida diária das residências.
- Comercial- aquele proveniente dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços.

- Público- originado dos serviços da limpeza pública urbana (limpeza das vias públicas, praias, galerias, córregos e de terrenos, restos de podas de árvores, etc), e de limpeza de áreas de feiras livres.
- De serviços de saúde- constituem os resíduos sépticos.
- De portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários- constituem os resíduos sépticos, que contêm, ou potencialmente podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários.
- Industrial- aqueles, originados nas atividades dos diversos ramos da indústria metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia, entre outros.
- Agrícola- resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária.
- Entulho- resíduos da construção civil, tais como demolições e restos de obras, solos de escavações, entre outros.

Quanto à composição química:

- Orgânico- papel, jornais, revistas, plásticos, embalagens, borracha, pneus, luvas, remédios, restos de alimento, restos de colheita, entre outros.
- Inorgânicos- metais, vidros, cerâmicas, areia e pedras.

Quanto à presença de umidade:

- Seco- aparentemente sem umidade.
- Úmido- visivelmente molhado.

Quanto à toxicidade:

- Classe I- perigosos, que podem ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos.
- Classe II- não perigosos, subdivididos em:
 - ✓ Classe II A- não inertes. Não apresentam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente e podem ser biodegradáveis, a exemplo da madeira não tratada e sem tinta, gesso, papel e outros.
 - ✓ Classe II B- inertes. A exemplo dos concretos e argamassas endurecidos, alvenaria, componentes cerâmicos e de concreto, azulejo, alumínio, vidro, cobre, plástico e outros.

Segundo Lins *et al* (2008, p.17), alguns materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos são considerados perigosos, conseqüentemente, devem ser separados do lixo comum para que lhes seja dada uma destinação específica, depois de descartados. Entre os materiais podem ser incluídos:

- ✓ Materiais para pintura- tintas, vernizes, solventes e pigmentos.
- ✓ Materiais para jardinagem e tratamento de animais- repelentes, inseticidas, pesticidas e herbicidas.
- ✓ Produtos para motores- óleos lubrificantes, fluidos de freio e transmissão, baterias.
- ✓ Outros itens- pilhas, frascos de aerossóis, lâmpadas fluorescentes.

3.1.1 Os resíduos sólidos no Brasil

Inicialmente, quando ainda não se falava, nem mesmo se pensava nos problemas ambientais, o destino final dado ao lixo era os cursos d'água e terrenos, estes nem sempre distantes dos grandes centros populacionais.

Com a expansão demográfica e adensamento dos centros urbanos, a questão relacionada à disposição destes resíduos tornou-se evidente, uma vez que áreas disponíveis e localizadas perto dos centros de geração são cada dia mais raras (SISINNO, 2000, p.59).

Segundo Pinto (1979 *apud* SISINNO, 2000, p.59), “o crescimento populacional das sociedades de consumo tem contribuído para o aumento da produção de resíduos que precisam ser descartados para dar lugar a novos bens de consumo, formando um ciclo de agressão ao ambiente [...]”

Carneiro (2005, p.13-14) afirma que a preocupação com os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, começou a ser percebida somente nas últimas décadas, quando os problemas causados pelo mau gerenciamento dos resíduos passaram a influenciar negativamente na qualidade de vida da população. E, por estarem predominantemente inseridos dentro dos limites urbanos, os resíduos de construção e demolição são considerados parte dos RSU.

3.1.2 Os resíduos da construção civil

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos da construção civil são 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.

O desenvolvimento no setor da construção civil ocasiona aumento nos consumos de energia e de matéria-prima, o que pode determinar efeitos impactantes ao meio ambiente, pela produção de quantidades significativas de resíduos de construção e demolição (BIDONE, 2001, p.13).

De acordo com a Editora da Universidade Federal da Bahia (EDUFBA, 2001, p.66), dentre os vários fatores que contribuem para a geração do entulho, vale citar:

- definição e detalhamento insuficientes, em projetos de arquitetura, estrutura, fôrmas, instalações, entre outros;
- qualidade inferior dos materiais e componentes de construção disponíveis no mercado;
- mão-de-obra não qualificada;
- ausência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle de execução e inspeção.

Deve-se também considerar que o crescimento populacional dos centros urbanos e o alto déficit habitacional pressionam a sociedade a expandir o número de habitações, contribuindo também para a geração de mais entulho. No quadro 1 são mostradas as fontes e causas da ocorrência de resíduos da construção.

FONTE	CAUSA
Projeto	Erro nos contratos; Contratos incompletos; Modificações de projetos.
Intervenção	Ordens erradas, ausência ou excesso de ordens; Erros no fornecimento.
Manipulação de Materiais	Danos durante o transporte; Estoque inadequado.
Operação	Erros do operário; Mau funcionamento de equipamentos; Ambiente impróprio; Dano causado por trabalhos anteriores e posteriores; Usos de materiais incorretos em substituição; Sobras de cortes; Resíduos do processo de aplicação.
Outros	Vandalismo e roubo; Falta de controle de materiais e de gerenciamento de resíduos.

Quadro 1 - Fontes e Causas da Ocorrência de Resíduos da Construção.

Fonte: Pontes (2008, p.25).

Vários são os problemas ocasionados pelos resíduos da construção civil e demolição, principalmente quando descartados em locais impróprios. Mesmo considerando ser material inerte, o entulho causa problemas relacionados ao seu volume se comparado ao lixo domiciliar, além do mais, onera as operações de coleta e transporte para o destino

final e diminui a vida útil dos aterros (PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, 2007, p. 36).

De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (2007, p. 36), quando esses entulhos são depositados inadequadamente, eles causam uma série de problemas que podem ser classificados em:

I – Problemas ambientais.

- Degradação, por aterramento, de coleções hídricas, como: rios, riachos, lagos e mananciais;
- Desvios de rios, riachos, causando alagamentos e cheias;
- Destruição de fauna e flora: poluição do ar, ocasionado por poeiras; deslizamentos de encosta e barreiras provocados por entulhos.

II – Problemas de trânsito.

- Entulhos colocados de forma aleatória em estradas.
- Acidentes com transeuntes e veículos por falta de sinalização adequada em obras públicas, onde os resíduos são colocados de forma irregular.

III – Problemas de drenagem urbana.

- Provocação de alagamentos em ruas e logradouros públicos por obstruções nas redes de drenagem e bocas-de-lobo.
- Obstruções ou assoreamentos em canais abertos.

IV – Problemas de saúde humana.

- Habitat para escorpiões, roedores e insetos, principalmente se misturados com lixo doméstico, causando sérias doenças ao ser humano.
- A poeira que pode desprender desses resíduos causa doenças pulmonares como gripes, resfriados, pneumonias, e doenças alérgicas como alergias, rinites, sinusites, entre outras.

V – Problemas econômicos.

- Considerando o elevado peso específico do RCD, os custos de limpeza pública desse resíduo tornam-se bem maior do que o lixo doméstico, principalmente em João Pessoa, onde o lixo é pago por tonelada.
- Considerando também que os custos de horas de máquinas “pesadas” são elevados, a Prefeitura Municipal gasta muito mais quando da limpeza de terrenos baldios.
- O desperdício na indústria da construção civil e demolição é muito grande.
- Aumento do custeio na fiscalização pelo município, com crescimento destes resíduos de forma desordenada.
- Aumento nos custos de operação no aterro sanitário.
- Diminuição da vida útil dos aterros sanitários.

- Conseqüências diretas no fluxo turístico e no bem estar da população pela agressão visual e estética na cidade.
- No Brasil, onde o déficit habitacional é elevado, dá-se o luxo de não aproveitar os materiais de construção para utilização de novas edificações.

De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p. 07), no Brasil é consenso que o volume de RCD produzido nas grandes e médias cidades brasileiras constitui sérios problemas de ordem ambiental, social e financeira. O Plano afirma também que a deposição clandestina e irregular causa perigo para a população e para o meio ambiente, em virtude de se constituírem em um verdadeiro habitat para macro e micro vetores; por prejudicar o sistema de drenagem urbana; provocar assoreamento em córregos e rios com provocação de enchentes, tudo isso com graves conseqüências para a saúde do homem.

3.1.3 Composição dos resíduos de construção e demolição.

De acordo com Carneiro (2005, p.23), a composição dos RCD está estritamente ligada às diversas características de sua fonte geradora e do momento de coleta da amostra.

Dessa forma, há uma gama muito grande de aspectos que interferem na quantidade, composição e características desse resíduo. Entre esses aspectos destacam-se:

- o nível de desenvolvimento da indústria da construção local:
 - qualidade e treinamento da mão de obra disponível;
 - técnicas de construção e demolição empregadas;
 - adoção de programas de qualidade e de redução de perdas;
 - adoção de processos de reciclagem e reutilização no canteiro;

- os tipos de materiais predominantes e/ou disponíveis na região;
- o desenvolvimento de obras especiais na região (metrô, esgotamento sanitário, restauração de centros históricos, entre outros);
- o desenvolvimento econômico da região;
- a demanda por novas construções.

A Editora da Universidade Federal da Bahia (EDUFBA, 2001, apud CARNEIRO 2005, p.23) diz que essa variabilidade na sua composição faz com que os RCD tenham características diferentes para cada país, estado, cidade e, em alguns casos específicos, até para bairros de uma mesma cidade, o que justifica o seu caráter extremamente heterogêneo. Afirma-se que na construção de edifícios, por exemplo, nos países desenvolvidos, geram-se altos percentuais de papel e plástico, provenientes das embalagens dos materiais. No mesmo tipo de obra, nos países em desenvolvimento, gera-se grande quantidade de resíduos de concreto, argamassa, blocos, entre outros, devido às altas perdas do processo.

3.1.4 Impactos ambientais importantes dos materiais que compõem os resíduos de construção.

De acordo com Lins *et al* (2008, p.15), os materiais que compõem os resíduos de construção são associados a impactos ambientais importantes, alguns dos quais são apresentados a seguir:

- A extração de recursos minerais pode causar impactos como erosão do solo, assoreamento de cursos de água, perda da biodiversidade, mudanças em micro climas locais, geração de resíduos, contaminação do ar, solo e água, destruição da paisagem, entre outros. A extração de areia, por exemplo, é feita por grande número de pequenas empresas. A mineração em pequena escala,

realizada em grande parte de forma artesanal, está associada a problemas ambientais e sociais. Além disso, a exploração da areia ocorre, quase sempre, nas proximidades de centros urbanos, o que pode agravar os danos causados por esta atividade.

- Os setores de produção de cimento, produtos cerâmicos, vidro e cal, são responsáveis por 13,6 % de todo o CO₂ emitido pela queima de combustíveis no país, sem considerar o CO₂ resultante da decarbonatação de matérias-primas, que é intensa na produção de cimento e cal. Entretanto, apesar do grande consumo de energia e emissão de CO₂, o setor cimenteiro utiliza grandes quantidades de resíduos na produção de cimento, como escória de alto forno e resíduos de usinas termelétricas. A indústria cimenteira consome resíduos, também, como fonte de energia em co-processamento, como: resíduos de pneus, lodo de estação de tratamento de esgoto, casca de arroz, resíduos de madeira, plástico e papel, borras oleosas, graxa, etc.
- Parcela considerável do setor de produtos cerâmicos, principalmente o de cerâmica vermelha, é formada por microempresas, com uso intensivo de mão-de-obra e produção em sistema artesanal, em olarias, com consumo considerável de argila obtida sem controle ambiental. O uso de lenha nativa pelo segmento é significativo, causando destruição de florestas.
- No setor siderúrgico, um dos principais problemas é o uso de lenha nativa na produção de ferro gusa, cujo segmento é caracterizado pelo uso intenso de energia e pelo grande número de empresas. Para a produção de uma tonelada de ferro gusa são necessários 875 kg de carvão vegetal, cuja produção consome 2.600 kg de madeira seca, originada o desmatamento de aproximadamente 600 m² de matas primárias.
- Parte do segmento gesseiro caracteriza-se pela geração de impactos ambientais negativos, como erosão, assoreamento de cursos d'água, destruição da paisagem e desmatamentos para a obtenção de lenha para a produção do gesso.

- A construção civil é o principal consumidor de madeira proveniente de exploração de florestas naturais no Brasil. Estima-se que mais de 70 % da madeira da Amazônia, em 2004, teve origem ilegal. A exploração predatória da madeira prejudica a reprodução de espécies de alto valor, como o mogno, e causa danos como desmatamentos e queimadas. Nos últimos anos, houve intensificação no ritmo de desmatamento, que atingiu 14 % da área da floresta amazônica.
- Podem ser identificados impactos negativos em praticamente todos os ramos da cadeia de materiais no Brasil, mas, logicamente, nem todos os materiais de construção estão associados a impactos negativos de grande monta, havendo produtores que adotam políticas de responsabilidade ambiental e social.

3.2 Logística nos canteiros de obras

Silva (2000, p.20) interpretou uma definição de logística, segundo a realidade da atividade de construção, e afirmou que a logística é um processo multidisciplinar inserido no processo produtivo de um ou mais empreendimentos, que visa garantir:

- o dimensionamento dos recursos (materiais e humanos) necessários à produção;
- a disponibilização destes recursos nas frentes de trabalho;
- a armazenagem de matérias-primas e bens processados, quando necessário;
- o fluxo e a frequência das atividades de produção e a gestão das informações relacionadas aos fluxos físicos de produção, atendendo aos requisitos de tempo, qualidade e custos esperados pelos clientes.

A partir da experiência de outros setores industriais, observa-se que o ganho de competitividade pode também advir da melhoria da eficiência ou eliminação das atividades de espera, armazenagem, movimentação e inspeção. E estas são atividades

típicas da logística, o que confere ao aprofundamento dessa questão um interesse singular (SILVA, 2000, p.32).

Para Silva (2000, p.21), a logística da construção civil pode ser dividida em seis atividades particulares e complementares, relacionadas com a preparação do canteiro e com a execução dos serviços em si, as quais são:

- definição da gestão das informações;
- elaboração do planejamento e programação da produção;
- previsão dos suprimentos necessários;
- gestão dos fluxos físicos;
- controle do cronograma físico, conformidade e atualização do planejamento;
- gestão dos estoques e suprimentos.

De acordo com Silva (2000, p.25), os dois objetivos principais na gestão da logística são proporcionar, de forma simultânea, o máximo nível de serviço e o menor custo total possível nas atividades a ela inerentes, isto é, agregar valor ao cliente e reduzir os custos no processo de produção.

Silva (2000, p.15) afirma que um enfoque logístico, levando-se em conta as atividades de conversão e de fluxo, aumenta as possibilidades de racionalização da produção na construção de edifícios. Essa racionalização reduz o resíduo gerado, e com a redução do resíduo gerado a empresa ganha através da economia na aquisição de material, pois com uma quantidade menor de matéria prima é possível a realização de uma mesma atividade, como também com a redução dos custos de remoção e tratamento desses resíduos, o que também leva a um ganho ambiental, pois diminui a quantidade de resíduo a ser depositado no meio ambiente.

3.2.1 Logística de suprimentos

Para o entendimento do significado de logística de suprimento, Silva (2000, p.15) define como aquela relacionada com o transporte e suprimento dos recursos de todos os tipos

susceptíveis de serem deslocados (mão de obra, materiais, equipamentos, etc.). Ela se preocupa, assim, com a gestão de suprimentos de materiais, componentes e outros recursos necessários à produção dos edifícios. As tarefas mais importantes dessa função, para o caso de materiais, de acordo com este autor, são:

- especificação e planejamento de necessidades de recursos materiais;
- emissão e transmissão de pedidos de compras;
- transporte dos recursos até a obra;
- recebimento e inspeção dos materiais;
- manutenção do suprimento de recursos previstos no planejamento;

A função suprimentos é muitas vezes apontada como causadora de atrasos e paradas no processo de produção, pois a falta de material pode impedir a realização de uma atividade, causando paradas na frente de serviço e perda de produtividade (PICCHI, 1993, *apud* SILVA, 2000, p.50). De acordo com Silva (2000, p.50), além disso, quando os materiais não atendem às especificações, provocam outros tipos de desperdício devido a quebras ou necessidade de ajustes. A falta de armazenamento e transporte adequado também levam a sérios prejuízos.

Para a logística de suprimentos, pode-se analisar as contribuições da Gestão da Qualidade, do *Just in Time (JIT)*, do Planejamento e Controle da Produção e do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.

3.2.1.1 A Gestão da Qualidade

O movimento pela qualidade desencadeado nos últimos anos dentro do setor da construção civil tem influenciado positivamente o processo de gestão da logística de suprimentos nos empreendimentos de construção, pois o mesmo exige, de acordo com o Sistema de Avaliação de Conformidade (SIAC, 2005, p.11-16), dentre outros itens, o planejamento, programação e controle do andamento da obra, visando ao seu bom desenvolvimento, contemplando os respectivos recursos; o processo de qualificação e avaliação dos fornecedores; especificações para aquisição de materiais que são

considerados importantes para a qualidade do produto; a verificação do produto adquirido; bem como seu armazenamento e identificação dentro do canteiro.

De acordo com Thomaz (2001, p. 331) a implantação de sistema de gestão da qualidade em empresas construtoras visa:

- Regulamentar/documentar.
- Controlar de forma planejada e sistematizada as atividades de projeto.
- Controlar de forma planejada e sistematizada as atividades de produção.
- Assegurar, em tempo hábil, a adequação dos recursos necessários à construção, incluindo equipes, materiais, equipamentos e outros insumos;
- Melhorar a qualidade e produtividade dos serviços.
- Reduzir os custos do empreendimento.
- Otimizar as relações com os clientes.
- Melhorar a imagem da empresa e obter maior e melhor participação no mercado.

Certamente, todas essas ações proporcionam um grande potencial de racionalização e ganhos de qualidade, porém, elas devem ser desenvolvidas incluindo a intenção de reduzir estoques, planejar os suprimentos em função da produção e em períodos de tempo mais reduzidos e promover a maior integração entre os fornecedores.

Porém, de acordo com a Revista Cenários (2008, p.26), “uma empresa pode ter um alto grau de qualidade em seu processo produtivo e conviver com elevados índices de perda de valor, tais como paradas, esperas, transporte horizontal e vertical em excesso ou mal administrados, além da má alocação de recursos, dentre outros fatores”.

3.2.1.2 O *Just in Time* (JIT)

O JIT se baseia no princípio de que nenhuma atividade deve acontecer num sistema sem que haja necessidade dela. Da mesma forma, nenhum material ou produto em processo deve chegar ao local de processamento ou montagem sem que ele seja necessário para

aquele momento. Ou seja, a demanda (do cliente final) é que deve “puxar” toda a produção na cadeia logística (SILVA, 2000, p.53).

De acordo com reportagem da Revista *Téchne* (2004), cada vez mais a construção civil tende ao conceito *just in time*, uma solução que reduz o tempo de estocagem de material dentro do canteiro. A referida revista afirma que o material estocado é uma ociosidade, um desperdício que as pessoas não enxergam. Uma área de estoque superlotada resulta em alteração do fluxo de caixa, obstrução de vias internas de acesso, maior tempo gasto com procura e dificuldades de organização. Os materiais passam a chegar no canteiro mais próximos do momento da utilização e, em vez de serem estocados temporariamente, são levados ao ponto de aplicação.

Segundo Silva (2000, p.54), ao analisar o caso da construção civil, observa-se que os estoques de materiais em obra e os serviços já concluídos (assemelhados a estoques de materiais já aplicados) existem para evitar a descontinuidade da produção, que pode ser provocada por diversos fatores, tais como:

- não pontualidade na entrega dos materiais e componentes e conseqüente falta destes;
- incapacidade dos fornecedores em fazer entregas em lotes muito pequenos;
- incapacidade em prever com exatidão os prazos de execução das atividades;
- problemas de dimensionamento das equipes de produção e de domínio de índices de produtividade;
- falta de conhecimento dos índices de perda de materiais e componentes;
- falta de planejamento da produção, o que leva à antecipação de serviços que poderiam ser executados num momento posterior.

Partindo-se da experiência de outros setores industriais, acredita-se que a aplicação das práticas gerenciais do JIT na construção civil pode dar uma grande contribuição à melhoria da eficiência da logística no setor. Tal postura possibilita significativa contribuição para a redução dos custos com estoques e, conseqüentemente, para a redução dos custos logísticos totais (SILVA, 2000, p.55).

Algumas práticas gerenciais que estão associadas a esse sistema são as seguintes (FULLMANN *et al.*, 1989 *apud* SILVA, 2000, p.55):

- eliminação de defeitos;
- método de produção à prova de falhas para um aproveitamento máximo;
- retorno imediato de informações e métodos de auto controle de qualidade;
- redução do tempo de preparação entre uma atividade e outra;
- minimização da movimentação de materiais;
- controle pela visibilidade;
- utilização do sistema *Kamban* (sistema de informação que aciona e controla a produção; no Japão, é o nome do cartão que identifica a quantidade a ser produzida de um determinado produto e ao mesmo tempo dá instruções de trabalho, controla visualmente o volume de produção, previne o processo de produção e indica problemas no processo);
- desenvolvimento de fornecedores com os mesmos princípios.

Bertelsen e Nielsen (1997 *apud* SILVA 2000, p.56) analisaram intervenções na gestão da logística em seis obras na Dinamarca. Utilizaram como parâmetro de avaliação nove sintomas de mau gerenciamento dos materiais:

- excesso de transporte interno;
- alto volume de estoque no canteiro;
- perdas excessivas;
- furtos;
- falta de materiais;
- falhas nas entregas de materiais;
- muitos materiais devolvidos;
- entulho;
- danos a serviços já executados.

De acordo com Silva (2000, p. 57), tais autores observaram melhorias em todos os aspectos. Foram observadas ainda reduções no consumo de materiais e no ciclo de produção, melhoria da qualidade e das condições de segurança nos canteiros.

Silva (2000, p.57) mostra que Agapiou et al.(1998a) sistematizaram um modelo logístico composto de diversas ferramentas de gestão descritas no Quadro 2, focadas principalmente na logística de suprimentos, que são perfeitamente aplicáveis para qualquer obra de construção.

Ferramentas para gestão logística	Descrição
Coordenação de materiais	Atribuição de um responsável pelo gerenciamento da logística durante o processo de construção.
Plano de suprimento	Indica data prevista de entrega de lotes de materiais para toda a duração da obra. Este plano é especificado pelo coordenador de materiais em cooperação com cada fornecedor e subcontratado.
Programação de pedidos	Uma versão detalhada do plano de suprimentos cobrindo um período de três semanas. A programação é feita pelo coordenador com a cooperação de cada subcontratado.
Planos de descarregamento	Estes planos indicam onde os materiais fornecidos diariamente devem ser descarregados no canteiro.
Especificação de unidades	Uma “unidade” é um lote contendo os materiais necessários para o trabalho de uma equipe num local específico num canteiro e num determinado tempo. Toda a obra deve ser dividida em “unidades”. O conteúdo de cada “unidade” deve ser especificado para cada subcontratado envolvido. O planejamento dessas “unidades” deve ser especificado pelo fornecedor em acordo com o coordenador de materiais.

Quadro 2 – Componentes de um modelo logístico de gestão.

Fonte: AGAPIOU *et al*, 1998 apud SILVA 2000, p.58.

Por isso, na implementação de sistemas JIT em empresas construtoras, deve-se analisar, para cada tipo de material, as especificações do contrato com os fornecedores, a forma de suprimento para o canteiro, o sistema de distribuição a ser adotado e a periodicidade da entrega dos materiais (SILVA, 2000, p.58).

Silva (2000, p. 59-60) afirma que algumas transformações em aspectos chave no processo de gestão das empresas e das obras devem ocorrer, tais como:

- disciplina no planejamento e programação das necessidades;
- integração entre os projetos do produto e do processo;
- alto grau de união em termos de planejamento e comunicação entre os parceiros da cadeia de suprimentos;
- redução do número de fornecedores;
- projeto de veículos e instalações físicas para facilitar o carregamento e descarregamento das pequenas quantidades a serem remetidas;
- educação e treinamento dos dirigentes e dos operários para trabalhar sob estes princípios.

3.2.1.3 O Planejamento e Controle da Produção

O planejamento da produção consiste da fixação de objetivos para a produção sobre o que se deve produzir, quando, como e por quem. E o controle da produção consiste na medida do desempenho de uma atividade, verificando se tudo está sendo feito em conformidade com o que foi planejado, identificando os erros ou desvios, a fim de corrigi-los ou evitá-los (CHIAVENATO, 1990 *apud* SILVA, 2000, p.60-61).

O planejamento, na construção, é constantemente confundido com a simples produção de orçamentos, cronogramas, e outros documentos que especifiquem objetivos a serem alcançados ao longo do tempo. Além do mais, existe um comportamento dominante no setor de querer “enquadrar” a produção num planejamento inicialmente estabelecido e o controle servir apenas para verificar “de quem foi a culpa” pelo atraso observado em determinada tarefa. Na verdade, estas atividades devem permitir a correção dos rumos da produção enquanto ela está em curso, ou seja, o planejamento deve ser flexível para que possa ser susceptível de reformulações e o controle deve ser de tal maneira que identifique com rapidez as verdadeiras causas dos problemas (SILVA, 2000, p.61).

Algumas ferramentas de planejamento e controle que se pode destacar são: *Materials Requirement Planning* (MRP), o *Critical Path Method* (CPM) e o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT).

O MRP baseia-se no princípio do cálculo das necessidades dos recursos nas quantidades e nos momentos certos. O seu objetivo principal é permitir o cumprimento dos prazos de entrega de produção com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção dos itens componentes (CORRÊA, GIANESI, 1993, *apud* SILVA, 2000, p.62).

De acordo com Silva (2000, p.62), existem hoje inúmeros programas aplicativos que incorporam os princípios do MRP. Normalmente esses sistemas são divididos em módulos, onde os principais são: (1) planejamento da produção; (2) planejamento mestre de produção; (3) planejamento das necessidades de materiais; (4) planejamento da necessidade de capacidade e (5) controle de produção no chão de fábrica.

O CPM, ou método do caminho crítico busca estimar o tempo de duração das atividades. De acordo com Silva (2000, p.63) é mais indicado quando não há muita incerteza na duração das atividades; é menos complexo de ser elaborado e possui maior agilidade de reprogramação.

Já o PERT ou técnica de avaliação e de revisão de programação, também determina a duração das atividades, porém, é mais complexo para ser utilizado e possui menor agilidade de reprogramação. De acordo com Silva (2000, p.64) o seu uso se justifica somente em projetos mais complexos.

Observa-se que os modelos são bastante parecidos. Porém, o que é mais importante é o fato de eles incorporarem a ideia de que é preciso fazer um planejamento mais detalhado das atividades de produção e ter capacidade de dar resposta rápida às aleatoriedades que acontecem no canteiro. Por isso, é também muito importante o desenvolvimento de um sistema de informação que permita a obtenção de informações em tempo real (SILVA, 2000, p.66).

3.2.1.4 O gerenciamento da cadeia de suprimentos

O gerenciamento da cadeia pressupõe o estabelecimento de políticas estratégicas para o suprimento, pela alta direção da empresa, a partir da visão de toda cadeia como uma entidade única. Desta maneira, a construtora tem de se preocupar com os custos e a qualidade dos suprimentos desde onde são produzidos os insumos. Há aí, portanto, uma evolução no pensamento relativo à logística de suprimentos: não basta gerenciar a interface entre fornecedores, é preciso integrá-los ao processo de produção (SILVA, 2000, p.67).

Segundo Merli (1990, *apud* SILVA, 2000, p.70), alguns dos desafios para a evolução no relacionamento com os fornecedores são:

- estabelecer relacionamentos de longo prazo e estáveis;
- limitar o número de fornecedores;
- não mudar facilmente de fornecedor;
- estabelecer um sistema de qualificação global;
- avaliar os fornecedores por custos globais, em vez de pelo preço;
- colaborar com os fornecedores para tornar os seus produtos mais confiáveis e menos custosos.

O mesmo autor classifica em níveis evolutivos a integração entre fornecedor e produtor. São quatro níveis, a saber:

1º nível – abordagem convencional – no primeiro nível situam-se as empresas que dão prioridade ao preço no processo de compra. No máximo, elas fazem avaliação dos fornecedores baseados no preço e praticam o controle de recebimento dos materiais em obra. Estabelecem uma relação de contraposição de interesses com seus fornecedores, utilizando, quando possível, a sua força de barganha, não procurando estabelecer relações duradouras com estes.

2º nível – melhoria da qualidade – neste segundo nível situam-se àquelas empresas que procuram dar prioridade à qualidade dos materiais (baseado também em critérios de

desempenho) e dos serviços prestados por seus fornecedores e começam, portanto, a procurar estabelecer relações mais duradouras com estes. Normalmente, passam a intervir nos processos de alguns fornecedores para que suas necessidades possam ser atendidas.

3º nível – integração operacional – no terceiro nível as empresas passam a promover maior integração de seus processos com os dos fornecedores, desenvolvendo uma logística que atenda ao interesse de ambos, passando a buscar o fornecimento sincronizado. Procuram desenvolver projetos dos produtos e processos conjuntamente, fazer investimentos comuns em pesquisa e desenvolvimento, ajudar e estimular os fornecedores a implantarem sistemas de garantia da qualidade. Enfim, começam a influenciar o processo produtivo no ambiente de trabalho do fornecedor. Aqui a empresa já começa a perceber que repassar os custos para os fornecedores não é o caminho para se tornar competitiva e que tal atitude leva, conseqüentemente, ou à falência do fornecedor ou a que este repasse seus custos para os produtos.

4º nível – integração estratégica – este quarto nível é o mais avançado, existe já um alto grau de integração tecnológica e gerencial. As empresas começam a fazer negócios em parceria com alguns fornecedores, dos quais ambos participam dos riscos e lucros. Fazem acordos sobre estratégias e políticas. Procuram repassar o retorno em tempo real das avaliações de mercado. Os fornecedores se responsabilizam por parte da montagem de subsistemas e pela assistência técnica ao cliente final.

3.2.2 Logística de canteiro

A logística do canteiro, de acordo com Silva (2000, p.26), está relacionada com o planejamento e gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados à execução de atividades no canteiro de obras. As principais tarefas da logística de canteiro, para o caso dos materiais, são:

- gestão dos fluxos físicos ligados à execução, ou seja, o conhecimento das datas de início e término de serviços, o detalhamento dos fluxos que serão realizados na execução de cada serviço (normalmente detalhado no projeto para produção) e a definição do ritmo e sequência dos serviços e seus mecanismos de controle;
- gestão da interface entre agentes que interagem no processo de produção de uma edificação, ou seja, fornecer as informações necessárias para que exerçam suas atividades dentro de padrões preestabelecidos e promover a resolução de interferências entre os serviços;
- gestão física da praça de trabalho, incluindo a definição e implantação dos elementos de canteiro, tais como os sistemas de transporte, as zonas de estoque, as zonas de pré-fabricação e os equipamentos coletivos de segurança.

De acordo com Silva (2000, p.27), “ (...) no momento da tomada de qualquer decisão no processo logístico, deve-se levar em conta os diversos custos envolvidos, buscando-se um balanceamento desses, de maneira que a redução ou o aumento de alguns custos leve a uma redução do custo total (...)”.

Nos últimos anos, mais especificamente desde 1994, a indústria da construção civil de diversos países tem discutido maneiras de implementar, em suas atividades, os mesmos princípios e técnicas aplicados pelas indústrias japonesas. Esses conceitos tiveram como referência os trabalhos de Ohno e Shingo na empresa automotiva Toyota e criaram a base de um novo sistema de gestão da produção, conhecido como *Lean Production*, ou seja, produção enxuta (REVISTA CENÁRIOS, 2008, p.24).

De acordo com Silva (2000, p. 33), a *Lean Production* surgiu da crítica a abordagem tradicional de produção e baseia-se em novas visões, métodos e ferramentas de gestão da produção, tais como a Gestão Total da Qualidade, a busca da sincronização da produção, a eliminação de desperdícios, o trabalho em grupos multifuncionais, a engenharia simultânea, a filosofia de melhoria contínua, as políticas de parcerias com

fornecedores, a produção orientada ao cliente, a estruturação da informação, comunicação e de processos, entre outros.

Esses novos princípios transportados para o setor da construção civil têm ganhado o nome de construção enxuta ou *Lean Construction*.

O Quadro 3 mostra, de acordo com Koskela *apud* Silva (2000, p.33), os princípios fundamentais da produção enxuta.

Princípios Fundamentais	Princípios Associados
Aumento da eficiência das atividades que agregam valor.	- Melhorar ou adquirir novas tecnologias de produção. - Melhorar ou adquirir novas habilidades.
Redução ou eliminação das atividades que não agregam valor.	- Comprimir tempos de ciclos de produção. - Reduzir a variabilidade. - Simplificar os processos. - Aumentar a transparência. - Aumentar a flexibilidade. - Focalizar no processo como um todo. - Focalizar nos “gargalos” do processo.
Melhoria da capacidade de atendimento às necessidades dos clientes.	- Assegurar que os produtos atendam às especificações.
Melhoria integrada.	- Balancear os diversos aspectos da melhoria. - Implementar princípios de maneira compreensiva e integrada, especialmente no projeto, controle e melhoria do sistema de produção.

Quadro 3 – Princípios Fundamentais da Produção Enxuta.

Fonte: Koskela *apud* Silva (2000, p.33)

Neste contexto, a Revista Cenários (2008, p.26) traça as seguintes tendências em relação à construção enxuta:

- Consolidação das ferramentas de planejamento e programação de atividades.
- Consolidação de um modelo de gestão baseado na transparência e comprometimento.
- Desenvolvimento de aplicações ligadas à gestão de projetos (*lean design*).
- Desenvolvimento de aplicações ligadas à gestão de rede de suprimentos (*lean supply*).

De acordo com a Revista Cenários (2008, p.26), a *Lean Construction* busca consolidar o conhecimento acumulado na indústria, aplicando, à construção civil, seus conceitos e técnicas, observando as características específicas do setor e alguns princípios fundamentais:

- É preciso estudar e entender o que realmente significa valor, na cadeia produtiva.
- É preciso estudar e entender como o valor é gerado ao longo da cadeia produtiva, identificando as atividades que agregam valor e aquelas que não agregam.
- É preciso buscar situações em que o fluxo de trabalho seja contínuo, sem interrupções ou mudanças de ritmo.
- É preciso adotar uma filosofia de gestão do sistema produtivo em que se gerencia o processo, em vez de ser gerenciado por ele.
- É preciso viabilizar um modelo que proporcione a oportunidade de melhorias contínuas na busca da perfeição.

A Revista Cenários (2008, p.26-27) afirma que um dos méritos da construção enxuta é instituir ferramentas para ações preventivas que cobre algumas das principais falhas de construtoras, e o foco da correção é a mudança de atitude. Alguns desses problemas são:

- Não discutir as características operacionais da obra a ser executada antes de iniciá-la, deixando de analisar falhas de projeto, tais como interferências.
- Não discutir as especificações técnicas para cada insumo, por serviço relacionado à obra, deixando, assim, de considerar eventuais melhorias de processo ou mesmo de novas soluções de engenharia.
- Terceirizar os orçamentos, baseando os números em composições de preço unitário que não correspondem à cultura da empresa, nem às características operacionais das obras em questão.

- Não executar levantamento de quantidades confiáveis, incorrendo, muitas vezes, em erros que podem, inclusive, inviabilizar a obra.
- Não planejar as estratégias de contratação de serviços e produtos, impedindo, na prática, o surgimento de efetivas parcerias entre a empresa e seus principais fornecedores.

À medida que as empresas adquirem estabilidade no processo produtivo, as surpresas acabam, os estoques diminuem, o ritmo do trabalho ocorre sem correrias de última hora. Desse modo, o engenheiro responsável pode dedicar-se às atividades de engenharia e logística. Assim, com a adoção do modelo de gestão da produção baseado na construção enxuta, resgata-se a importância fundamental das funções de planejamento, projetos e rede de suprimentos para cada empreendimento (REVISTA CENÁRIOS, 2008, p.26).

Adotar um novo modelo de gestão da produção no setor da construção enxuta é buscar a análise de todos os processos de conversão associados às atividades de logística, características de cada etapa de execução. A abordagem, baseada nas análises de valor, garante não só a redução do custo da não-qualidade (e melhora da eficiência dos processos), como também busca a redução ou eliminação de todas as operações que não agregam valor ao produto (REVISTA CENÁRIOS, 2008, p.26).

3.2.2.1 Estudos de preparação

A experiência mostra que o desenvolvimento de metodologias para a realização dos estudos de preparação é benéfica para a redução das ocorrências das não conformidades nas obras. Estes estudos podem ser definidos como um período de dedicação à previsão antecipada dos principais problemas que poderão vir a ocorrer durante o empreendimento. Seus resultados devem gerar uma série de planos e documentos que irão demonstrar as decisões tomadas.

A adoção desta etapa e de uma ferramenta metodológica para sua realização constitui-se numa excelente oportunidade para o planejamento e organização da logística, sobretudo

a de canteiro. Evita-se, assim, a tomada de decisões unilaterais pela equipe de produção no momento da execução dos serviços e procura-se resolver os problemas de interfaces existentes. Além disso, a mesma equipe que participou da fase de estudos de preparação pode vir a constituir um “pólo-logístico” para acompanhamento e direção dos planos estabelecidos (SILVA, 2000, p.74).

Para exemplificar a ideia da criação da etapa de preparação, Cardoso (1996b, apud SILVA, 2000, p.75) propôs atividades seqüenciais para o caso de uma obra genérica. Algumas atividades que podem ser desenvolvidas são:

1. Constituição da equipe de preparação e acompanhamento, de seus coordenadores e colaboradores.
2. Compreensão e revisão da estrutura do empreendimento – revisão dos cadernos de encargos e especificações, definição das fases de execução, avaliação das condições de início da obra e pedido de ligações com redes concessionárias.
3. Elaboração de um macro planejamento de execução e de um planejamento detalhado.
4. Definição dos princípios de organização e dos mecanismos de troca de informações que funcionarão tanto durante a fase de preparação quanto na de execução da obra.
5. Revisão dos projetos e identificação dos pontos críticos – revisão dos projetos e memoriais existentes, identificação de projetos e especificações não disponíveis, identificação da interface entre projetos.
6. Síntese dos pontos críticos e das atividades e momentos de controle externos ou internos.
7. Levantamento das interfaces técnicas e organizacionais entre serviços.
8. Elaboração do projeto do canteiro onde ocorre a execução de suas instalações.
9. Diretrizes para o tratamento das interfaces técnicas e organizacionais através da elaboração dos projetos para produção.
10. Desenvolvimento de documentação de suporte e planejamento da execução.
11. Aprovação dos estudos realizados, divulgação e treinamento da mão de obra.

3.2.2.2 Projeto de canteiro

Um *lay out* bem planejado é fundamental para agilizar as atividades, evitar desperdício e garantir segurança aos funcionários. Todas as interferências e barreiras devem ser identificadas, a fim de que evitem impedir a correta armazenagem e o bom fluxo de materiais, pessoas e equipamentos (REVISTA TÉCHNE, 2004).

Os processos na obra são modificados principalmente após três etapas: fundações e início da estrutura; estrutura, elevação de paredes e instalações; e, finalmente, nos acabamentos e fachadas. A transição entre essas etapas exige atenção para um melhor aproveitamento de espaços para estocagem de materiais e para equipamentos de movimentação. Enquanto as etapas de fundação e de estrutura exigem a aplicação de vários materiais de volume e massa, tais como areia, brita, cimento, aço e concreto, na etapa de acabamentos são requeridos materiais de fabricação especial, tais como esquadrias, elevadores e granitos. Cada situação demanda áreas de estocagem e equipamentos de transporte diferentes. Outro momento que merece atenção é o fim da etapa de produção de argamassa, já que a obra fica seca e é preciso desmobilizar baias de agregados e betoneiras.

3.3 A logística dos resíduos da construção civil

Para se propor um modelo de gestão para os resíduos da construção civil, faz-se necessário o conhecimento da logística deste resíduo. Essa logística acontece internamente à área da obra e externamente à mesma.

3.3.1 Logística interna

Para o resíduo da construção, segundo Pucci (2006, p.02), o subsistema interno à obra trata do resíduo gerado por uma tarefa específica, sua segregação, seu

acondicionamento no local da tarefa, seu transporte até o local de armazenagem da obra e armazenagem até a sua retirada. Todo esse subsistema é de responsabilidade da empresa construtora ou de subempreiteiros contratados por ela, e os fatores externos que podem afetar esse subsistema são, principalmente, dois: o legal e a armazenagem para retirada do resíduo.

O aspecto legal não determina diretamente como o resíduo deve ser tratado nesse subsistema, porém indica, de forma indireta, como ele deve ser processado (PUCCI, 2006, p. 03). A partir da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 307, de 2002, a forma de reaproveitamento e deposição final do resíduo de construção e demolição foi estabelecida, o que acaba por interferir no tratamento e transporte desses dentro da obra.

A forma de armazenagem também tem influência externa, já que cada resíduo tem seu modo específico de ser retirado, e a quantidade de equipamentos de armazenagem é definida pela frequência de retirada do resíduo (PUCCI, 2006, p.04).

De acordo com Pucci (2006, p.04), a construtora deve concentrar os seus esforços na logística interna à obra, pois é neste momento que sua margem de atuação é maior e sofre menos interferência de outros agentes.

Dessa forma, a Construtora deve estabelecer metodologias para tratar internamente o resíduo por ela gerado da forma mais racional possível. De preferência, iniciando com um processo de diminuição da geração, diminuindo, assim, o tamanho do problema a ser gerenciado. Após isso, ela deve buscar formas de tratar esse resíduo e transportá-lo dentro de sua obra de forma que ele fique em condições que sejam condizentes com a legislação. Só depois disso é que agentes externos à obra participam da cadeia (PUCCI, 2006).

3.3.2 Logística externa

O subsistema externo à obra compreende as etapas de armazenagem do resíduo para retirada, o transporte do resíduo e sua deposição final. Esse subsistema se apresenta de forma muito mais complexa que o primeiro, já que a responsabilidade por cada etapa pertence a diferentes interlocutores (PUCCI, 2006, p.06).

Na etapa de transporte do resíduo para os locais de deposição final, aparece um novo agente interveniente que são as empresas coletoras de RCD. Empresas que são reguladas pelo poder municipal. No caso do município de João Pessoa, através de um cadastro na Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR). Apesar da regulação imposta pelo poder público municipal, de acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa – PB (2007, p. 29), a informalidade do setor imposta por proprietários de caminhões que transportam “metralhas”, assim como condutores de veículos de tração animal (carroceiros), se contrapõe à formalidade das empresas contratadas que se resumem a três em todo o município de João Pessoa.

A deposição final dos resíduos deve ser feita necessariamente em locais que possuam licença para receber resíduos de construção e demolição. No caso do município de João Pessoa existe a Usina de Beneficiamento (USIBEN).

3.4 Perdas e desperdícios

Apesar do conceito de perdas estar relacionado diretamente aos desperdícios de materiais, é necessário entender que as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência em todo o processo. Esta ineficiência engloba tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor, como também a falta de planejamento e gerenciamento adequados.

Como dito anteriormente, o primeiro objetivo de um Plano de Gerenciamento dos resíduos da construção civil em canteiros de obras deve ser pela redução da quantidade de resíduos gerado, pois o resíduo produzido, mesmo que gerenciado e reaproveitado ou reciclado gera custos adicionais ao empreendimento e prejuízos inevitáveis ao meio ambiente.

De acordo com o SINDUSCON-MG (2008, p.25), dentre as vantagens da redução da geração de resíduos tem-se a diminuição do custo de produção, a diminuição da quantidade de recursos naturais e energia, a diminuição da contaminação do meio ambiente e a diminuição dos gastos com a gestão dos resíduos.

Segundo John (2000a, apud PUCCI, 2006, p.12), em qualquer processo, devido à variabilidade natural, é inevitável que ocorra um certo volume de perdas, e a fração das perdas que excede a este limite mínimo característico da tecnologia é considerada desperdício.

O esforço para melhoria do desempenho na construção civil deve considerar o conceito mais amplo de perdas, isto é, visar a minimização do dispêndio de quaisquer recursos que não agregam valor ao produto, sejam eles vinculados às atividades de conversão ou fluxo, porém, o foco do presente estudo, nesse capítulo, são os desperdícios que resultam em volume de resíduos (Figura 01 e 02).



Figura 01 - Volume intenso de entulho em obra



Figura 02 - Retirada de grande volume de entulho

Souza (2004, p.36) afirma que os resíduos de construção representam uma das parcelas do excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras, e se comparar a quantidade de material teoricamente necessária com a quantidade realmente utilizada, determinam-se as perdas de materiais. Para este autor, o entulho se constitui no “lixo que sai”, ou seja, é a parcela mais visível das perdas de materiais.

3.4.1 Classificação das perdas

De acordo com estudos de Shingo e Skoyles (1981,1987, apud PUCCI, 2006), as perdas podem ser classificadas de acordo com a possibilidade de serem controladas, e com sua natureza, da seguinte forma:

3.4.1.1 Perdas segundo seu controle

As perdas segundo o seu controle podem ser classificadas da seguinte forma:

- Perdas inevitáveis- são aquelas onde o investimento para sua redução ultrapassa a economia gerada por ela, correspondendo, assim, a uma perda aceitável.

- Perdas evitáveis- são consequência de um processo de baixa qualidade, onde os recursos são empregados de forma inadequada.

3.4.1.2 Perdas segundo sua natureza

De acordo com a sua natureza, as perdas podem ser, assim, classificadas:

- Perdas por superprodução- são aquelas que ocorrem quando é produzida uma quantidade maior que a necessária; por exemplo: produzir gesso em quantidade acima da consumida em um dia de trabalho.
- Perdas por substituição- ocorre quando é utilizado um material de desempenho superior ao necessário, como um concreto com resistência maior que a especificada em projeto.
- Perdas no transporte- reflete-se em perdas de tempo, exemplo: grande distância entre o estoque e a grua; ou então perdas de materiais, por manuseio incorreto ou pelo uso de equipamentos de transporte inadequados.
- Perdas no procedimento- têm origem nas falhas de procedimento ou no não cumprimento destes. Além disso, estão relacionadas à falta de treinamento da mão-de-obra, ineficiência dos métodos construtivos ou, então, à falta de detalhamento dos projetos. Como exemplo, pode-se citar a quebra da alvenaria ou de elementos estruturais para passagem dos sistemas prediais (Figura 03).



Figura 03 - Passagem improvisada da instalação hidráulica

- Perdas de estoque- ocorrem quando existe estoque excessivo, causado pela programação inadequada da entrega dos materiais ou erros no quantitativo físico da obra, gerando falta de local adequado para estoque. Também pode ocorrer quando o estoque é feito em condições inadequadas como, por exemplo, armazenagem de areia diretamente sobre o solo (Figura 04).



Figura 04 - Armazenamento inadequado de materiais

- Perdas pela elaboração de produtos defeituosos- essas perdas estão relacionadas com falta de treinamento, materiais inadequados, problemas de planejamento ou

falta de controle do processo construtivo. Causam redução do desempenho final ou retrabalho, como falhas em impermeabilizações ou erros em prumadas.

- Outras- englobam perdas por roubo, vandalismo, acidentes e outros eventos extraordinários.

3.4.2 Perdas e desperdícios em canteiros de obras

De acordo com a Revista *Téchne* (2009, p.32), nos últimos anos, as pesquisas realizadas com enfoque em redução de perdas de materiais nos canteiros apresentaram um grande salto de qualidade. Com a Resolução N° 307 do CONAMA, que responsabiliza as construtoras pela correta destinação dos resíduos gerados nas obras, a tendência é que, indiretamente, esses estudos se desenvolvam ainda mais.

Para Yázigi (2002, p.96), o desperdício em obras tem as mais variadas origens, tais como as falhas na empresa construtora, falhas no processo de produção e falhas após a entrega da obra. De acordo com o citado autor, as falhas na empresa construtora pode ser pela falha de gestão e organização (projetos não otimizados, inadequação entre o projeto e o empreendimento; falhas de suprimento de materiais e mão de obra, entre outras), falhas humanas e deficiências no controle. Para as falhas no processo de produção pode-se citar as perdas de materiais (excesso de argamassa de assentamento e revestimento; desequilíbrio nas dosagens de argamassa e de concreto; roubos e danos; inadequação de estocagem, entre outras), problemas na qualidade (com conseqüentes reparos e retrabalho), baixo índice de produtividade (mão de obra de baixa qualificação e com alta rotatividade, elevado número de acidentes de trabalho; tempos ociosos de pessoal – frequentes paradas e esperas – e de equipamentos; falta de racionalização da produção – equipamentos, métodos e processos produtivos inadequados), e falta de gerenciamento da produção. Por fim, nas falhas após a entrega da obra, tem-se como desperdícios as patologias e recuperações, bem como o custo elevado de manutenção e operação.

Yázigi (2002, p. 97) afirma que a grande variação no índice de perdas de um mesmo insumo em diferentes canteiros de obras evidencia que grande parte das perdas é evitável, mesmo sem a alteração substancial do processo construtivo. O Quadro 4 identifica as possibilidades de desperdícios.

Etapas construtivas	% Custo	Possibilidade de desperdício	Justificativa das etapas de desperdícios pequenos ou inexistentes
Serviços preliminares	0,59	Pequena	Trata-se de serviços de instalação de canteiro e ligações provisórias. Obedecem ao projeto de canteiro.
Infra estrutura	31,16	Sim	-
Vedação	3,10	Sim	-
Esquadrias de madeira e metálicas	13,36	Pequena	Adquire-se exatamente o que será aplicado
Instalações elétricas e hidráulicas	17,25	Pequena	Adquirem-se e aplicam-se de acordo com o projeto
Forros	0,16	Sim	-
Impermeabilização	1,21	Pequena	Aplica-se de acordo com o projeto
Revestimento de tetos e paredes	10,69	Sim	-
Pisos internos	4,48	Sim	-
Vidros	3,34	Pequena	Aplicam-se de acordo com os vãos
Pintura	3,57	Pequena	Aplica-se, de acordo com a especificação, nas paredes e tetos acabados
Serviços complementares	3,83	Não Há	Trata-se de serviços de arremate, limpeza, etc (como o próprio nome diz, são complementos).
Elevadores	7,26	Não Há	Adquirem-se exatamente de acordo com o especificado no projeto.
Soma	100	-	-

Quadro 04 - Possibilidades de desperdícios.

Fonte: Yázigi (2002, p. 97).

Então, Yázigi (2002, p. 98) demonstra que 11,09% dos custos da obra envolvem etapas construtivas em que não há possibilidades de desperdício, 39,32% envolvem etapas em que é pequena a possibilidade de desperdício e, por fim, 49,59% envolvem etapas em que há a possibilidade de desperdício.

Após essa demonstração, Yázigi (2002, p.98) realiza uma análise das etapas sujeitas a desperdício, da seguinte forma:

- Etapas classificadas como de pequena possibilidade:

A experiência tem demonstrado que, nesses casos, os desperdícios possíveis atingem cerca de 5%, o que resulta, sobre o custo da obra, $5\% \times 39,32\% = 1,97\%$

- Etapas classificadas como passíveis de desperdício:

Neste item, tenta-se determinar as origens dos desperdícios possíveis, bem como o percentual de desperdício sobre cada etapa construtiva, em uma obra com controle de qualidade ruim, bom ou rigoroso, de conformidade com o Quadro 5 a seguir:

Etapa Construtiva	Desperdícios possíveis	% de desperdícios sobre cada etapa, com controle		
		Ruim	Bom	Rigoroso
Infra/ Superestrutura	Por motivo de má execução (abertura de fôrmas, desnivelamento, corte de aço, etc.)	8	5	3
Vedação	Por motivo de má qualidade, tanto do material, como da execução	30	20	10
Forros	Por motivo das diferenças entre os vãos e módulos dos materiais	20	10	5
Revestimento de tetos/paredes	Essa etapa, tendo de absorver a má execução do item 03 (Vedação), é constituída de: preparação de superfícies, que representa 42% da etapa; aplicação dos revestimentos, que representa 58% da etapa. No item preparação, dependendo do controle da qualidade, os desperdícios podem atingir 75%, 50% e 25%, calculados sobre o custo total da etapa.	31,5	21,00	10,50
Pisos Internos	Essa etapa segue o descrito no item acima, sendo certo que a preparação representa 35% do custo da etapa	26,25	17,50	8,75

Quadro 5 - Origens dos desperdícios possíveis.

Fonte: Yázigi (2002, p. 98)

Com os dados obtidos nos Quadros anteriores, Yázigi (2002, p.99) calculou os percentuais de desperdício sobre o custo da construção e construiu a Tabela 1:

Etapa Construtiva	% do custo total	Possibilidade de desperdício, com controle		
		Ruim	Bom	Rigorous
Infra/ Superestrutura	31,16	2,49	1,55	0,93
Vedação	3,10	0,93	0,62	0,03
Forros	0,16	0,03	0,01	0
Revestimento de tetos/paredes	10,69	3,36	2,24	1,12
Pisos Internos	4,48	1,17	0,78	0,39
Total	49,59	7,98	5,20	2,47

Tabela 1 - Percentuais de desperdício sobre o custo da construção.

Fonte: Yázigi (2002,p.99)

Após a análise das etapas sujeitas a desperdício, Yázigi (2002, p.99) realizou a determinação do percentual de desperdício provável sobre o custo da construção, da seguinte forma: dos totais obtidos na Tabela 1, somados aos 1,97% das etapas classificadas como de pequena possibilidade, obtêm-se a percentagem provável de desperdício sobre o custo total da obra, em função do controle da qualidade (Quadro 6).

Controle	Percentagem provável de desperdício
Rigorous	4,44%, ou seja, cerca de 5%
Bom	7,17% ou seja, cerca de 8%
Ruim	9,95%, ou seja, cerca de 10%

Quadro 6 - Desperdício provável sobre o custo da construção.

Fonte: Yázigi (2002, p.99)

Percebe-se, então, pelo anteriormente exposto, que há a possibilidade de reduzir os desperdícios em até a metade.

3.4.3 As perdas na etapa de recebimento

Para Paliari (1999, p.146) tanto as especificações, quanto os procedimentos e critérios para a aceitação dos materiais nos canteiros de obras, podem ser regulamentados pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou por outras normas, por exemplo as nascidas internamente à empresa. A não observância destes procedimentos e critérios estabelecidos pelas normas técnicas pode acarretar problemas durante a execução ou até mesmo na etapa de uso e manutenção, através da modificação do consumo do material ou da manifestação de problemas patológicos.

Para exemplificar a citação acima, Paliari (1999, p.147) relata um maior consumo de cimento por metro cúbico de argamassa produzida pelo fato da areia recebida estar com granulometria distinta da preconizada, e o aparecimento de fissuras nos revestimentos devido à hidratação retardada do óxido de magnésio presente na cal utilizada para tal finalidade. Tal problema patológico pode gerar um acréscimo de consumo de material ao se ter, eventualmente, que trocar o revestimento.

De acordo com Paliari (1999, p.147), as causas para a de perdas durante o recebimento podem ser diversas, envolvendo desde a idoneidade do fornecedor, a qualidade intrínseca do material, até mesmo as condições de transporte externo.

O mesmo autor ainda explica que para os materiais frágeis, como blocos, placas cerâmicas ou ainda telhas, seu acondicionamento inadequado nos equipamentos de transporte, associado às condições de trajeto desfavoráveis, podem ocasionar a quebra dos mesmos que, se não for detectada no ato do recebimento, pode constituir-se numa perda para a empresa construtora.

Dentre outros aspectos, Paliari (1999, p.150) também aborda sobre as possíveis variações dimensionais dos blocos e tijolos (Figura 05) que, além de comprometer a modulação da alvenaria, pode ocasionar maior consumo de argamassa de assentamento ou revestimento ou, até mesmo, do próprio material, dependendo da magnitude desta variação dimensional.



Figura 05 - Qualidade comprometida dos materiais recebidos

3.4.4 As perdas na fase de estocagem

Para Enshassi (1996 *apud* PALIARI, 1999, p.153), a estocagem inadequada dos materiais nos canteiros de obras é uma das principais razões para a ocorrência das perdas de materiais.

Embora seja uma etapa potencialmente geradora de entulho, observa-se, em muitas obras um descaso quanto à mesma. Os construtores raramente estão atentos para as vantagens de se ter locais de estocagem adequados, organizados e previamente planejados (ENSHASSI, 1996 *apud* PALIARI, 1999, p.153). Para este autor, a estocagem dos materiais tem que estar relacionada com a seqüência de construção para garantir o mínimo de manuseio possível.

Paliari (1999, p.154) relata que os materiais devem ser armazenados e estocados de forma que “não prejudiquem o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais, o acesso aos equipamentos de combate a incêndio (...)”.

A seguir, serão descritos alguns insumos que estão sujeitos a perdas na etapa de estocagem:

1. Agregados: areia e pedra.

As perdas destes materiais na fase de estocagem podem ocorrer pela mistura dos mesmos entre si ou com o solo (Figura 06 e 07), impossibilitando a utilização ou interferindo no desempenho das argamassas e concretos produzidos. Além desta possibilidade, citam-se também as perdas decorrentes do transporte destes materiais pela ação da água das chuvas, quando não são respeitados alguns cuidados mínimos, como contenção lateral (Figura 08), cobertura, sistema de drenagem etc.



Figura 06– Mistura de agregados impossibilitando sua utilização.



Figura 07 – Armazenamento inadequado em área externa

No sentido de se evitar a ação desta umidade, Paliari (1999, p.156) diz que várias medidas devem ser tomadas como, por exemplo, a limitação da altura das pilhas deste material e a utilização do mesmo dentro do prazo de validade. Com relação a estes aspectos, o autor afirma que a norma prescreve que o cimento deve ser armazenado em pilhas de, no máximo, 15 sacos, durante período de armazenamento não superior a 15 dias, ou na altura de, no máximo, 10 sacos, quando for utilizado dentro de um período superior a este.

A preocupação em limitar a altura da pilha está relacionada à pressão exercida sobre os sacos localizados na porção inferior da mesma, induzindo à hidratação do cimento. A mesma norma recomenda que os sacos devam estar apoiados sobre estrado de madeira, a fim de se evitar que os mesmos entrem em contato direto como o piso, situação em que a umidade ascendente pode iniciar o processo de hidratação do cimento, segundo Souza *et al.* (1996, *apud* PALIARI, 1999, p.156). Raciocínio semelhante induziria a um afastamento com relação às paredes laterais do ambiente onde os sacos estão estocados e também à utilização, em obras localizadas em regiões litorâneas, de uma proteção adicional contra a umidade através do uso de uma lona plástica.

De acordo com Paliari (1999, p.157), “uma outra medida direcionada a evitar o processo de hidratação e a conseqüente inutilização do cimento, diz respeito à organização do estoque de tal forma que os sacos “mais velhos” sejam utilizados antes dos sacos recém entregues, dentro da política do PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai)”.

Com relação à cal hidratada, são válidas as mesmas recomendações quanto à proteção contra a umidade, sendo que Souza *et al.* (1996 *apud* PALIARI, 1999, p.157) recomenda que as pilhas deste material sejam, no máximo, de 20 sacos e que o prazo de estocagem não exceda a 6 meses.

Com relação ao gesso, Paliari (1999, p.157) recomenda que, de acordo com a norma, o mesmo deva ser estocado em local seco e protegido. As pilhas de sacos devem ser colocadas sobre estrados e não devem conter mais do que 20 unidades superpostas.

3 - Blocos/tijolos e placas cerâmicas

A preocupação maior com estes componentes está relacionada à possibilidade de quebra dos mesmos em função das más condições de estocagem (Figuras 09 e 10), que podem ser traduzidas pela instabilidade das pilhas devido à altura excessiva, locais de estocagem inclinados, estocagem fora do canteiro de obras; neste último caso, os componentes estão ainda sujeitos à ação de vandalismo e roubo (PALIARI, 1999, p.157-158).



Figura 09 - Armazenamento inadequado de blocos cerâmicos.



Figura 10 - Desperdício de blocos cerâmicos

Para as placas cerâmicas, estas devem ser protegidas das intempéries e, de acordo com Paliari (1999, p.160), a altura das pilhas deve ser limitada a 2,0 metros, a fim de se evitar possíveis quedas que venham danificar os componentes.

3.4.5 As perdas na fase de processamento intermediário

O processamento intermediário é a fase pela qual alguns materiais passam antes de serem incorporados a obra. De acordo com Paliari (1999, p. 161), pode-se distinguir dois grandes grupos de materiais: o dos materiais básicos e o dos componentes demandando acertos geométricos.

Quanto ao primeiro grupo, pode-se citar o caso do uso de materiais básicos (cimento, cal areia, entre outros) que, antes de virarem produtos finais (revestimentos de argamassa, estrutura de concreto, etc.) têm de ser transformados em materiais compostos.

Quanto ao segundo grupo, tem-se, por exemplo, o caso do aço comprado em barras, onde há a necessidade de cortá-las nos comprimentos especificados no projeto estrutural. Este mesmo procedimento é aplicado aos eletrodutos, fios e tubos para instalações hidráulicas e sanitárias.

3.4.6 As perdas na fase de aplicação (processamento final)

Para a fase de aplicação, existem diversas recomendações quanto às “boas práticas” de execução dos serviços, que visam, além do uso racional dos materiais, também a minimização de ocorrência de problemas patológicos.

As perdas de concreto podem ser representadas tanto por uma variação dimensional quanto pelas sobras ao final da concretagem que, uma vez não prevista sua utilização em outros elementos estruturais, configuram-se como perdas.

Para as perdas advindas das sobras, de acordo com Paliari (1999, p.181), estas podem ser decorrentes de solicitação de quantidades superiores às necessárias ou, ainda, em se tratando de concreto bombeado, as mesmas podem ser representadas pelo material que fica na tubulação da bomba ao final da concretagem.

As perdas deste tipo de material também podem ser geradas pelo seu transporte excessivo e inadequado, quando produzido em obra (Figura 11).



Figura 11 - Perdas de concreto devido ao transporte inadequado.

De acordo com Paliari (1999, p.182), as perdas de blocos na etapa de aplicação estão relacionadas à incompatibilidade das dimensões dos mesmos com relação aos vãos da estrutura (altura e comprimento). Esta incompatibilidade acarreta a necessidade de cortes que, dependendo da qualidade do material e do equipamento utilizado para tal, podem gerar maior ou menor quantidade de entulho.

O referido autor afirma que para minimizar tal ocorrência, podem ser citados três procedimentos:

- 1 - utilizar componentes flexíveis quanto à modulação, como, por exemplo, blocos seccionáveis ou de concreto celular;

2 - elaborar o projeto específico de alvenaria após o projeto de estrutura já estar concebido prevendo todos os componentes necessários a cada posto de trabalho;

3 - elaboração de projeto específico de alvenaria de vedação em coordenação com os outros projetos (arquitetura, estrutura, instalações, etc), suficientemente detalhado a ponto de contemplar a paginação de cada alvenaria a ser executada no edifício, identificando, inclusive, as interferências com outros subsistemas, como o de instalações elétricas.

Durante a etapa de execução da alvenaria entulhos também são gerados quando são embutidos os dutos das instalações elétricas e hidráulicas e sanitárias, através da execução de rasgos nas paredes para se embutir tais instalações (Figura 12).



Figura 12 - Geração de entulho durante a execução de rasgos nas paredes para se embutir as instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.

Estas perdas podem ser evitadas com ações durante a execução da alvenaria de vedações (Figura 13 e 14).

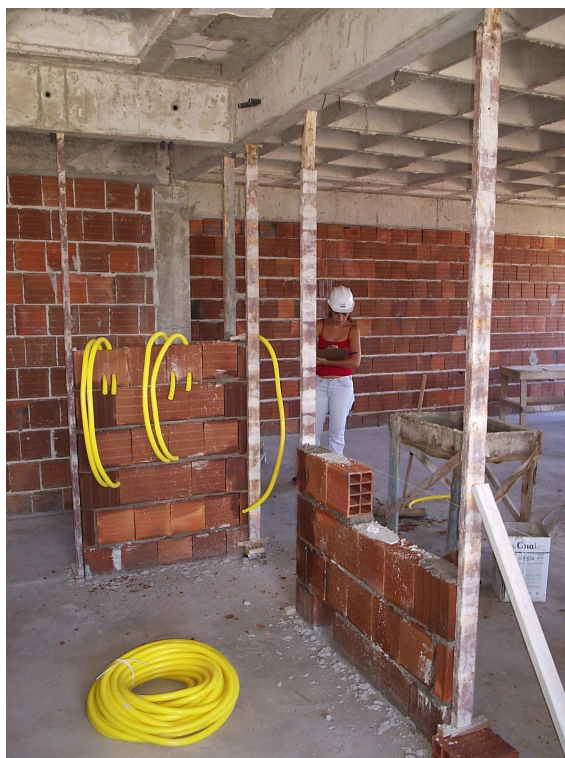


Figura 13 - Execução de alvenaria em conjunto com a instalação elétrica



Figura 14 - Execução de alvenaria sem rasgos e sem resíduos

As perdas de gesso se manifestam em revestimento, assim como no caso das argamassas, através de sobre espessuras e geração de entulho. Porém, no que diz respeito ao entulho gerado, este é mais significativo para o caso da aplicação do gesso. Tal fato decorre da própria natureza do material, que possui um tempo muito curto para a sua aplicação após a mistura do aglomerante com a água, gerando sobras endurecidas mais facilmente, as quais não são reaproveitadas (PALIARI, 1999, p.185-186). Pode-se perceber um alto volume de perdas desse material (Figura 15).



Figura 15 - Perdas de gesso devido ao revestimento

3.4.7 As perdas na fase de transporte

Paliari (1999, p.188) informa que “as perdas durante o transporte estão limitadas àqueles materiais que são susceptíveis a quebras ou a ser derramados durante o trajeto. Dentre a gama de materiais envolvidos, enquadram-se nesta situação as argamassas e concretos, os blocos e tijolos, telhas e placas cerâmicas.”

A combinação de um correto planejamento do transporte destes materiais, através da previsão de caminhos específicos e de equipamento adequado de transporte, consiste numa medida eficaz para o combate à ocorrência das perdas (PALIARI, 1999, p. 188).

O uso do equipamento correto para o transporte dos materiais é essencial para a redução dessas perdas. Exemplos de transportes realizados com equipamentos inadequados são relatados por Paliari (1999, p. 188-189), tais como: o transporte de blocos com jericas, uma vez que os mesmos têm a forma de paralelepípedos, ou seja, possuem arestas, enquanto a jericica tem a forma arredondada; o transporte de concreto ou argamassa (material fluido) através de carrinhos de mão, susceptível a derramamentos, já que estes carrinhos, além de rasos, são instáveis; o transporte de telhas (materiais frágeis e que requerem um empilhamento ordenado) realizado com carrinhos de mão ou, ainda, na mão gerando estoques que favorecem a quebra, entre outros. A Figura 16 mostra o transporte inadequado de blocos cerâmicos.



Figura 16 - Exemplo de transporte inadequado de blocos

Ainda que haja diferentes escolhas compatíveis, pode haver expectativa de perdas distintas para cada sistema de transporte adotado. Por exemplo, para o caso do concreto usinado, sistemas de transportes compatíveis poderiam ser compostos por jericas e elevador de cargas, caçamba e grua ou, ainda, por bomba (PALIARI, 1999, p.191).

Paliari (1999, p.191) relata que “pode parecer lógico que as perdas sejam mais acentuadas para o sistema composto por jericas-elevador de cargas do que para o sistema composto por bomba, em função de haver uma maior expectativa quanto ao transbordamento do material durante o trajeto a ser vencido.” Porém, o autor afirma que tal perda pode ser minimizada se forem previstos trajetos adequados, sem rampas

acentuadas, em terreno regular (sem buracos ou saliências). Em contrapartida, caso não se faça a previsão de utilização das sobras de concreto usinado decorrentes da limpeza da tubulação do sistema de transporte composto por bomba, as perdas podem ser muito significativas para este sistema.

3.4.8 Pesquisas nacionais e internacionais sobre perdas

Em uma pesquisa realizada no Reino Unido, de acordo com Skoyles & Skoyles (1987, *apud* Paliari, 1999, p.69), a detecção de uma significativa diferença entre os índices normalmente assumidos no processo de orçamento e os realmente levantados por estes estudos iniciais, alavancou um amplo estudo posterior em 183 canteiros de obras distribuídos pelo Reino Unido, cujos objetivos eram, além de estabelecer índices de perdas, entender a razão pela qual canteiros com características similares apresentavam índices de perdas diferentes. Este novo estudo compreendeu uma amostra considerável de canteiros de obras, possibilitando, assim, considerar as particularidades da Indústria de Construção Civil. Concluiu-se que:

- a quantidade de material desperdiçada é maior do que a Indústria assume em suas estimativas, sendo, em geral, o dobro destas previsões orçamentárias;
- há uma grande dispersão dos dados, indicando que existe uma considerável parcela de perda a ser combatida e reduzida;
- há uma tendência de os valores de perdas detectados serem maiores para residências privadas do que para o setor público ou outros setores;
- a Indústria não atua no sentido de prevenção, quando muito, apresenta iniciativas relacionadas ao controle das mesmas;
- as perdas de materiais são causadas por todos os envolvidos no processo da construção da edificação, embora nem todos contribuam com a mesma

intensidade;

- muitas das perdas têm origem fora do canteiro de obras propriamente dito, como, por exemplo, na elaboração do projeto e na aquisição dos materiais, entre outros;
- o gerenciamento é o fator principal que interfere nos níveis de perdas existentes nos canteiros de obras.

De acordo com Paliari (1999, p.79), os primeiros resultados sobre perdas de materiais levantados no âmbito do canteiro de obras no Brasil são de Pinto (1989). Suas principais conclusões são que:

- o baixo índice obtido para o concreto usinado é justificado pelo fato de as concretagens serem realizadas por bombeamento;
- o elevado consumo de chapas de madeira justifica-se pelos desenhos curvos dos pilares, acarretando maiores consumos devido à dificuldade de execução das fôrmas para os mesmos e pela redução no número de reutilizações previsto originalmente; soma-se a estes fatos a má execução do serviço de fôrmas, segundo depoimento do responsável técnico da obra;
- quanto ao aço, o índice detectado é explicado pelo desbitolamento das barras e pelo não-reaproveitamento das pontas geradas no corte das mesmas;
- explica-se o baixo índice obtido para as placas cerâmicas em relação aos demais materiais analisados, pela razoável especialização da mão-de-obra responsável pelo assentamento das mesmas;

- com relação aos aglomerantes e à areia, o autor atribui ao mau acondicionamento destes materiais e à parcela de argamassa incorporada como as principais explicações dos índices detectados.

Paliari (1999, p.84) apresenta um outro estudo realizado agora por Picchi em três obras. Além de estudar as perdas de materiais e componentes no que diz respeito à parcela dos mesmos que fica incorporada ao edifício, estudou também a parcela que se transforma em entulho, as quais foram expressas em termos de massa e volume. O autor, baseado em algumas hipóteses, estimou as perdas em termos de percentagem do custo da obra. Como conclusões do seu estudo, Picchi faz as seguintes colocações:

- ao acumular-se todo o volume de entulho gerado na obra, durante toda a sua construção, e dividi-lo pela área total construída, ter-se-ia uma espessura média de entulho na ordem de 8 a 12 cm;
- a massa do entulho variou entre 0,095 a 0,145 t/m², o que representa 11 a 17% da massa final do edifício, para a massa específica adotada.

Analisando a pesquisa de Soilbeman em cinco canteiros de obras localizados na cidade de Porto Alegre, em conjunto com um grupo de pesquisadores do Núcleo Orientado à Inovação das Edificações (NORIE), Paliari (1999, p. 95) mostra que o autor confirmou a hipótese, traçada no início da pesquisa, de que as perdas de materiais na construção civil são maiores do que as normalmente aceitas, apresentando índices com um grande intervalo de variação (de 0,85 a 8 vezes as perdas usuais admitidas), dependendo do material em análise. Da mesma forma, a existência de índices variáveis para um mesmo material em diferentes obras, alerta para a existência de uma parcela considerável de perdas evitáveis, que podem ser minimizadas com medidas simples e elementares nas etapas de recebimento e estocagem, no manuseio e utilização do material.

Sob o ponto de vista das causas, o autor supracitado enfatiza que as perdas ocorreram mais por uma combinação de fatores do que por um fator isolado em uma operação,

apontando, assim, a falta de gerenciamento do canteiro como a causa fundamental para os altos índices levantados (PALIARI, 1999, p.95).

A pesquisa realizada pela Hong Kong Polytechnic para a Hong Kong Construction Association (HKCA) em 1996, de acordo com Paliari (1999, p.96), tinha um enfoque voltado para a questão da geração e manipulação do entulho de construção civil e tinha como objetivos estudar os possíveis métodos, e formas economicamente viáveis, para reduzir a geração do entulho na própria fonte e estudar métodos alternativos para o tratamento do entulho, como forma de reduzir o volume final depositado. A consecução destes objetivos passava, necessariamente, pela quantificação e identificação da natureza dos vários tipos de entulhos de construção civil e identificação das principais causas da ocorrência dos mesmos. Como formas de minimizar esta necessidade, os autores citam o combate ao desperdício na fonte e a reciclagem dos materiais para posterior utilização na própria obra. Além da reciclagem, citam também a necessidade de se incorporar novas tecnologias no ambiente de construção. Entretanto, para isso, são necessários esforços de todas as partes envolvidas, engenheiros e arquitetos, clientes, usuários, contando-se com o apoio governamental.

Em uma outra pesquisa descrita por Paliari (1999, p.104) cujo enfoque principal foi a intervenção no canteiro de obras atuando no sistema de movimentação e armazenamento dos materiais, observou-se o rasgamento dos sacos durante o recebimento, face ao descarregamento e transporte manual até o local de armazenamento. Constatou-se que a falta de compatibilidade entre a alvenaria e a estrutura também foi uma das principais causas do índice de perda para a areia, também associado à falta de proteção contra a ação das chuvas na armazenagem, além da falta de proteção lateral, o que possibilitava a “contaminação” com outros materiais. Observou-se, também, no que se refere aos tijolos, que os meios de transporte deste material eram inadequados, ocasionando quebras, principalmente no local de descarregamento, em função de o mesmo ser feito manualmente, constituindo-se numa operação monótona que conduz ao descaso no manuseio do material. Com relação ao armazenamento, verificaram-se alguns desmoronamentos das pilhas em face da instabilidade das mesmas.

Lira (1997 *apud* Paliari, 1999, p. 108-110) estudou o qualitativo sobre perdas de materiais e componentes, utilizados no serviço de alvenaria, em 15 canteiros de obras de edifícios multifamiliares, localizados na Grande João Pessoa - PB, entre os meses de Novembro/95 e Março/96.

Segundo o autor supracitado, o enfoque do trabalho consistia em detectar as causas e as conseqüências das perdas de materiais neste serviço e não a quantificação de tais perdas de materiais. As suas conclusões são que, embora seja de grande importância o andamento dos serviços nos canteiros de obras, principalmente no que diz respeito aos atrasos na entrega e entrega de materiais fora de padronização, as empresas não possuíam uma sistemática de controle, haja vista, por exemplo, que em nenhuma das empresas pesquisadas fez -se a conferência entre a quantidade entregue e a solicitada.

Da mesma forma, o mesmo autor ainda aponta algumas incoerências detectadas ao se comparar as respostas dadas pelos gerentes e a realidade constatada nos canteiros de obras. Pode-se citar, por exemplo, o descaso com o recebimento e estocagem dos materiais (Figura 17), ausência de controle de qualidade no recebimento, a falta de treinamento do pessoal e o não-reaproveitamento dos materiais, detectados através das observações em canteiros, em contradição às respostas dadas pelos gerentes quanto a estes aspectos.



Figura 17 – Canteiro em João Pessoa com ingerências de estoque

Estas conclusões, de uma forma geral, indicam que os empresários participantes da pesquisa não têm a real noção dos benefícios advindos a partir da redução das perdas de materiais, principalmente num mercado cada vez mais competitivo.

Em pesquisa realizada por McDonald & Smithers (1998, *apud* Paliari, 1999, p.119), foi realizado um estudo sobre a geração de entulho nos canteiros de obras da Austrália motivado pela necessidade imposta pela legislação local de se reduzir em 50% a oferta de resíduos sólidos para os aterros sanitários até o ano 2000. Para obter este resultado, buscou-se introduzir um programa de gerenciamento do entulho gerado nestes canteiros de obras. O intuito era o de minimizar a geração de entulho na origem, assim como maximizar a reciclagem do mesmo e a reutilização dos materiais reciclados, contribuindo, assim, para a redução do entulho destinado aos aterros sanitários.

Conclui-se com este estudo de McDonald & Smithers, conforme Paliari (1999, p.123), que a implantação do programa de gerenciamento do entulho foi um sucesso, pois diminuiu os volumes de entulho gerados por área de construção. Outra diferença significativa diz respeito à percentagem de materiais reciclados, que se mostrou bem superior para o canteiro de obras onde se implantou o programa de gerenciamento de entulho.

Apesar de não relatarem as melhorias implementadas com a finalidade de redução do entulho, os autores indicaram que medidas simples, sem uma mudança radical nas atuais práticas de construção, contribuíram significativamente para esta redução (PALIARI, 1999, p.124).

Da mesma forma, os autores supracitados citam o grau de integração com as usinas de reciclagem como um aspecto importante para o sucesso da implementação de um programa de gerenciamento de entulho. Além disso, os mesmos autores atribuem a economia gerada pela implantação deste programa a alguns fatores favoráveis como, por exemplo, o menor custo de remoção do entulho destinado às usinas em comparação aos custos de remoção para os aterros sanitários, visto que as usinas localizavam-se mais próximas dos canteiros de obras do que os aterros sanitários (houve redução de

20% nos custos de transporte). De acordo com Mcdonald & Smithers (1998, *apud* Paliari, 1999, p.119), as taxas cobradas pelos gerenciadores dos aterros sanitários, para a deposição do entulho, eram maiores que as cobradas pelas usinas de reciclagem.

Formoso e Ino (2003, p.226) relatam sobre o projeto Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras que foi realizada por um grupo de dez universidades, através de um projeto de pesquisa proposto pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção – ITQC. Esse grupo de instituições estudou cerca de 100 canteiros de obras distribuídos pelo país.

Para se entender a discussão dos índices de perdas e consumos de materiais abordados na pesquisa supracitada, é necessário que se estabeleça a que fases da “vida” do empreendimento tais resultados se referem. Nesse sentido, convém inicialmente notar que o consumo excessivo de materiais, de acordo com Formoso e Ino (2003, p.227), pode ocorrer em diferentes fases do empreendimento: concepção, execução ou utilização, de acordo com o Quadro 7.

Fases	Concepção	Execução	Utilização
Caracterização da perda	Diferença entre a quantidade de material previsto num projeto otimizado e a realmente necessária de acordo com o projeto idealizado	Diferença entre a quantidade de material previsto num projeto idealizado e a quantidade efetivamente consumida.	Diferença entre a quantidade de material prevista para manutenção e a quantidade efetivamente consumida num certo período
Parcela de perdas	Material incorporado	Material incorporado e entulho	Material incorporado e entulho

Quadro 7 – Diferentes fases de um empreendimento e a ocorrência de perdas de materiais.

Fonte: Formoso e Ino (2003, p.227)

No caso da execução, Formoso e Ino (2003, p.227-228) diz que são várias as fontes de perdas possíveis: no recebimento, o material pode ser entregue em uma quantidade menor que a solicitada; blocos estocados inadequadamente estão sujeitos a serem quebrados mais facilmente; o concreto, transportado por equipamentos e trajetos

inadequados, pode cair pelo caminho; a não obediência ao traço correto da argamassa pode implicar sobre consumos na dosagem dela (processamento intermediário); o processo tradicional de aplicação de gesso pode gerar uma grande quantidade de material endurecido não utilizado.

A seguir serão apresentados alguns dos resultados dessa pesquisa e comentários realizados pelos referidos autores:

- As falhas quanto à obediência da geometria da estrutura prevista em projeto aparece como causa principal de perdas para a maioria dos casos. Entretanto, há indícios de que a falta de controle no recebimento, de modo a garantir a compatibilidade entre a quantidade solicitada e a recebida, tenha sido um fator importante para explicar as perdas em algumas obras com índices elevados.
- Quanto à sobre largura das vigas; a importância da qualidade geométrica das lajes quanto ao nível de perdas levantado levou à avaliação do impacto dos equipamentos de nivelamento das lajes na incidência de perdas. Confirma-se um valor de perdas menos acentuado para o conjunto de obras que fizeram uso de nível laser ou alemão para o nivelamento das lajes, embora se possa concluir, também, em face das dispersões dos resultados, que a adoção do equipamento sem a utilização correta não leva por si só a melhores desempenhos.
- O transporte por bombeamento pode ter uma associação com valores maiores de perdas, em função de, muitas vezes, ter-se detectado a não-utilização das sobras representadas pelo concreto que fica nas tubulações e no recipiente de bombeamento, os valores das perdas de concreto usinado encontrados são substancialmente superiores aos valores usuais, estipulados em composições orçamentárias.
- Para os vergalhões de aço, o desbitolamento, tido há alguns anos como possível responsável por considerável parcela de perdas, não parece ser mais um problema quanto ao fornecimento de barras; o mau planejamento do corte dos vergalhões, com reduzido aproveitamento das pontas, pode ser uma importante causa das perdas. Há

ocorrência de perdas menores para diâmetros menores, para os quais se detecta uma presença de peças de armadura com comprimentos menores convivendo no projeto com peças de comprimentos maiores, o que naturalmente facilita um melhor aproveitamento das barras recebidas nas obras.

- No caso dos blocos e tijolos, para o grupo de obras em que o transporte dos blocos ou tijolos era feito com *pallets* ou carrinhos específicos também apresentou a mediana de perdas inferior ao grupo de obras que usava carrinhos de mão ou similares.

Através de um trabalho que foi realizado em conjunto pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON – SP), com financiamento da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), foram mostrados os materiais que apresentaram perdas mais significativas física ou financeiramente em canteiros de nove empresas. Nesse trabalho foram identificados os diagnósticos dos principais pontos de perdas de materiais e, a partir destes foram implementadas ações práticas para reduzir estas perdas e diminuir o consumo de materiais.

Como resultado desse trabalho foi efetuada a identificação de perdas significativas em alguns processos e ações para efetiva redução dessas perdas, tais como:

- Para o recebimento de areia e o seu transporte até a betoneira destinou-se uma baia fechada para a entrada do caminhão. Assim, evitava-se a perda durante o espalhamento da areia.
- Para a retirada de cal do estoque, muitas vezes era necessário abrir novos sacos e utilizar apenas metade do conteúdo, e na aplicação da argamassa, as perdas ocorriam sobretudo durante o sarrafeamento da parede. A construtora negociou com a fornecedora de cal para que o material fosse entregue em sacos menores, de 15 kg, medida ideal para mistura na betoneira e, para evitar a perda durante a aplicação, foi colocado um anteparo sob o local de aplicação. A argamassa que ali caía era reaproveitada.

- Para o concreto armado, a construtora pesquisada só usava concreto usinado bombeado para as lajes e constatou que a maior parte das perdas se dava no próprio sistema de bombeamento, pois a cada concretagem dos pavimentos tipo, a construtora notou que sobrava no sistema (tubos e no caminhão) cerca de 1 m³ de concreto - ou 1/8 da capacidade do veículo - que acabava sendo devolvido ao fornecedor. Além disso, notou-se certa perda incorporada à estrutura. Então, para a redução deste desperdício, a cada concretagem dos pavimentos, a construtora realizava reuniões com o fornecedor de concreto para fazer o acompanhamento das perdas. Trechos de cortina também eram preparados para que a concretagem fosse feita no mesmo dia da estrutura, reaproveitando o material que sobrava no sistema. Foi feito, ainda, um acompanhamento mais intensivo das espessuras do concreto fresco adensado, visando a minimização das perdas incorporadas à estrutura.
- Identificou-se certa quantidade de perda durante o transporte do concreto do caminhão à vala. Para evitar estas perdas durante o transporte, facilitou-se o acesso dos caminhões-betoneira ao local de concretagem.
- Para os blocos de concreto, a falta de cuidados no descarregamento manual e no empilhamento dos blocos eram as principais causas diagnosticadas de desperdício. O tamanho do *pallet* era um entrave para o transporte até a laje, pois a grua não suportava o peso do material. Os espaços destinados ao armazenamento nos pavimentos eram menores que a base do *pallet*. Com isso, o transporte até o pavimento deveria ser feito manualmente, aumentando os riscos de quebra pelo manuseio, então a construtora negociou com a fornecedora para trazer à obra *pallets* menores e, conseqüentemente, mais leves, permitindo o transporte direto, via grua. Nos casos em que a grua não fosse utilizada, determinou-se o uso de carrinhos paleteiros. Aliado a essas medidas houve um programa de treinamento e conscientização dos funcionários.
- Para o gesso acartonado, as principais perdas estavam relacionadas com o projeto executivo das paredes. Os engenheiros perceberam também erros de especificação: as placas fornecidas em tamanho padrão eram menores do que o pé-direito onde seriam instaladas. Isso gerava desperdício de material durante a execução das emendas. O

armazenamento disperso do material nos andares dificultava o controle, aumentando a probabilidade de danificação dos materiais. Então, foi solicitado aos fornecedores que as placas de gesso acartonado e os perfis metálicos fossem produzidos sob medida, para que não houvesse a execução de emendas horizontais nas paredes. Em parceria estabelecida com fornecedor e instalador, a construtora também elaborou um projeto executivo de *drywall* e um minucioso estudo de reutilização das sobras. Foi feita uma classificação das peças que sobraram e posterior utilização em travamento de paredes de dupla estrutura, reforços de aberturas de vãos de *shafts* e, principalmente, como fechamento acústico sobre paredes em lajes nervuradas. Houve, ainda, um trabalho de conscientização dos funcionários com relação ao manuseio do material, aliado a uma mudança no armazenamento dos materiais, que, dentro do possível, eram armazenados concentrados em um único local.

- Para as placas cerâmicas, as perdas mais significativas ocorrem durante o corte dessas placas. Notou-se que muitos dos cortes nas peças aconteciam em razão do projeto do ambiente. Esses ambientes, irregulares, eram muitas vezes incompatíveis com o tamanho e o formato das peças, exigindo muitos recortes. O tamanho das placas em cada ambiente também influenciava a quantidade de material consumido: quanto maiores as peças, mais recortes eram necessários e mais perdas ocorriam. A falta de paginação das paredes também não favorecia o controle mais eficiente do número de placas utilizadas em cada cômodo. A utilização de ferramentas inadequadas para cada tipo de corte também foi apontada como um fator de sensível perda de placas cerâmicas.

Feito o diagnóstico, os projetos dos ambientes passaram a ser concebidos de forma que suas dimensões casassem com as dimensões das placas cerâmicas. Para ambientes pequenos, as placas especificadas eram menores. Com a paginação das paredes, havia a possibilidade de determinar as regiões das placas que seriam cortadas, e onde as sobras poderiam ser reaproveitadas. Em alguns cortes, foi utilizada uma esquadrejadeira no lugar da serra mármore.

O resultado das duas primeiras ações foi a redução em 50% dos desperdícios. A ação para o concreto armado gerou uma redução de 40% dos desperdícios neste processo

produtivo. As ações do quinto item renderam uma redução de desperdícios de 72% para o processo de execução de radier. Para os desperdícios com blocos de concreto, as ações trouxeram uma redução de perdas em torno de 38%. No caso do gesso acartonado a diminuição dos desperdícios foram na ordem de 89%. Para a última ação, que se refere às placas cerâmicas, os resultados da redução são de 51%.

Pode-se perceber, então, que ações simples e pensadas, caso a caso, podem gerar benefícios de grandezas significativas.

A Revista Técnica (2009, p.32) afirma que, além do rígido acompanhamento e controle do material, um aspecto comum a qualquer ação de controle de consumo de materiais diz respeito ao treinamento e conscientização da mão-de-obra para ter mais cuidado no manuseio, no transporte e na execução.

3.5 Revisão da legislação

A Gestão de Resíduos é motivada, acima de tudo, pela imposição legal. Com vistas ao atendimento dos objetivos de verificar a adequação das empresas às legislações vigentes, bem como elaborar uma metodologia simplificada de gerenciamento dos resíduos de construção em empresas de construções verticais por incorporação, este item será dedicado a uma revisão da legislação pertinente, quais sejam:

- O Código de Posturas do Município de João Pessoa, Lei Complementar Nº 07, de 17 de Agosto de 1995, que institui as normas disciplinadoras da higiene pública e privada, do bem estar público, da localização e do funcionamento de estabelecimentos comerciais, industriais e prestadores de serviços, bem como as correspondentes relações jurídicas entre o Poder Público Municipal e os municípios.

- O Código Municipal de Meio Ambiente, Lei Complementar Nº 029 de 29 de agosto de 2002, que institui o Código de Meio Ambiente do Município de João Pessoa e dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente – SISMUMA.
- A resolução CONAMA Nº 307 de 2002, que dispõe sobre gestão dos resíduos da construção civil. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- A Lei Nº11.176 de 2007, que institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição para o Município de João Pessoa.

3.5.1 O código de posturas do município de João Pessoa

A referida lei afirma que compete ao Poder Executivo Municipal zelar pela higiene, visando à melhoria do ambiente, a saúde e o bem estar da população. Para tanto, o Poder Público Municipal determinará órgão que fiscalizará a higiene dos logradouros e locais de uso público, dos edifícios de habitação individual e coletiva e da limpeza dos terrenos na área urbana.

Com o objetivo de preservar a higiene dos logradouros públicos, de acordo com esta lei, fica vedado lançar resíduos do interior das residências, dos terrenos e dos veículos, inclusive, terras excedentes, entulhos, ou quaisquer objetos de que se queira descartar, como também comprometer o asseio quando da realização de carga ou descarga de veículos. No transporte de "granéis", como carvão, cal, agregados graúdos e miúdos, e outros recursos minerais, é obrigatório acondicioná-los em embalagens adequadas ou revestir a carga em transporte, com lona ou outros envoltórios, de maneira a impedir o comprometimento da higiene dos logradouros públicos e a propagação de resíduos sólidos ou gasosos na atmosfera.

Essa lei afirma que concluídas as obras de construção ou demolição de imóveis, cortes e terraplanagem, os responsáveis deverão proceder, imediatamente, a remoção do material remanescente, como também a varredura e lavagem dos passeios e vias públicas.

A lei ainda estabelece que para as edificações, demolições ou reformas é vedada a utilização dos logradouros públicos para o preparo de concreto, argamassas ou similares, assim como para a confecção de fôrma, armação de ferragens e execução de outros serviços, bem como para o depósito de materiais de construção. Proíbe depositar, despejar ou descarregar lixo, entulhos ou resíduos de qualquer natureza em terrenos não edificadas, mesmo que o terreno esteja fechado.

3.5.2 O código municipal de meio ambiente

Este código tem o objetivo de regular a ação pública do Município de João Pessoa, estabelecendo normas de gestão ambiental, para preservação, conservação, defesa, melhoria, recuperação, proteção dos recursos ambientais, controle das fontes poluidoras e do meio ambiente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável.

De acordo com o código, para assegurar a melhoria da qualidade de vida dos habitantes do Município de João Pessoa e regular a ação do Poder Público Municipal, assim como sua relação com os cidadãos e instituições com vistas ao equilíbrio ambiental, serão observados, dentre outros, os princípios da utilização ordenada e racional dos recursos naturais ou daqueles criados pelo homem, por meio de critérios que assegurem um meio ambiente equilibrado; da organização e utilização adequada do solo urbano, nos processos de urbanização, industrialização e povoamento; da proteção dos ecossistemas, com ênfase na preservação ou conservação de espaços especialmente protegidos e seus componentes representativos; da obrigação de recuperar áreas degradadas pelos danos causados ao meio ambiente; do estímulo de incentivos fiscais e

orientação da ação pública às atividades destinadas a manter o equilíbrio ambiental; e da prestação de informação de dados e condições ambientais.

Para efeito deste Código, considera-se impacto ambiental toda ação causadora de poluição ou degradação ambiental, cujos efeitos repercutam direta e imediatamente sobre os interesses do município, sem ultrapassar seus limites territoriais e que afetem:

I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II – as atividades sócio-econômicas;

III – a biota;

IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V – a qualidade e quantidade dos recursos ambientais;

VI – os costumes, a cultura e as formas de sobrevivência das populações.

O diagnóstico ambiental, de acordo com este Código, assim como a análise dos impactos ambientais, deverá considerar o meio ambiente sob os seguintes aspectos:

I – Meio físico- o solo, o subsolo, as águas, o ar, o clima, com destaque para os recursos minerais, morfologia, tipos e aptidões do solo, corpos d'água, regime hidrológico e correntes marinhas;

II – Meio biológico- a flora e a fauna, com destaque para as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico ou econômico, raras e ameaçadas de extinção, em extinção, assim como os ecossistemas naturais;

III – Meio sócio-econômico- o uso e ocupação do solo, o uso da água, com destaque para os sítios e monumentos arqueológicos, históricos, culturais e ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

O Código diz ainda que o Poder Público Municipal estimulará e incentivará ações, atividades, procedimentos e empreendimentos, de caráter público ou privado, que visem a proteção, manutenção e ampliação da área verde urbana, recuperação do meio ambiente e a utilização sustentada dos recursos ambientais, mediante concessão de vantagens fiscais, mecanismos e procedimentos compensatórios, apoio técnico, científico e operacional.

A coleta, transporte, manejo, tratamento e destino final dos resíduos sólidos e semi-sólidos do Município, devem ocorrer de forma a não causar danos ou agressões ao Meio Ambiente, à saúde e ao bem-estar público e devem ser feitos obedecendo às normas da ABNT, deste Código, do Código Sanitário do Município e de outras leis pertinentes.

De acordo com esta Lei, é vedado, no território do Município:

- I – a deposição do lixo em vias públicas, praças, terrenos baldios assim como em outras áreas não designadas para este fim pelo setor competente;
- II – a queima e a deposição final de lixo a céu aberto;
- III – o lançamento de lixo ou resíduos de qualquer natureza em água de superfície ou subterrânea, praias, manguezais, sistema de drenagem de águas pluviais e áreas erodidas.

A Lei diz que são infrações ambientais colocar, depositar ou lançar resíduos sólidos ou entulho, de qualquer natureza, nas vias públicas, ou em local inapropriado. Descreve que o Poder Público Municipal estimulará e privilegiará a coleta seletiva e a reciclagem de lixo, bem como a implantação de um sistema descentralizado de usinas de processamento de resíduos urbano.

3.5.3 A Resolução CONAMA nº 307/2002

A Resolução nº 307 do CONAMA se propõe a estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, considerando:

- a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana;

- a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;
- a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;
- os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;
- 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;
- a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e
- a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

Segundo Pucci (2006), a Resolução nº 307 do CONAMA (complementada pela Resolução CONAMA nº 348, de 2004, que inclui os resíduos de amianto como Classe D), serve como base para a definição da legislação de todo país, apresenta como grande mudança o fato que, pela primeira vez, o gerador é o responsável pelo resíduo por ele produzido. Dessa forma, a preocupação da indústria da Construção Civil volta-se não apenas para contratar um caçambeiro, e sim para todo o desenvolvimento de uma logística na geração, gestão e transporte desses resíduos até seu destino final.

Além disso, existe a divisão do resíduo em quatro classes diferentes, dependendo de suas características. Essas classes são:

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

- a) De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.
- b) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto.
- c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras (Figura 18).



Figura 18 – Resíduos classe A de pavimentação e demolição de peças pré-moldadas de concreto

II - Classe B- são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros (Figuras 19 e 20).



Figura 19 – Resíduos classe B de plástico.



Figura 20 - Resíduos classe B de madeira e metal

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 (Figura 21).



Figura 21 - Resíduos classe C de 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, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Em seu artigo quarto, a Resolução nº 307 do CONAMA afirma que os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Ainda de acordo com a Resolução supracitada, todo município deve criar um Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que deve conter o cadastramento de áreas públicas ou privadas aptas para receber o resíduo conforme sua classificação, o estabelecimento de processos de licenciamento dessas áreas, os critérios de cadastramento de transportadores e ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos. Enquanto isso, o grande gerador, desde janeiro de 2005, deve apresentar um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que estabeleça os procedimentos a serem tomados para o correto manejo e destinação do resíduo gerado em seu empreendimento.

Esse Projeto deverá ser apresentado juntamente ao trâmite de obtenção da licença de construção e deve constar das 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.

A destinação dos resíduos da construção civil deverá ser realizada da seguinte forma:

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.

3.5.4 Lei Nº11.176 de 2007

A Lei Nº 11.176 de 2007 é municipal e institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, e dá outras providências.

A Lei proíbe a disposição de RCD em encostas, corpos d'água, lotes de terrenos não edificadas, passeios, vias e outras áreas públicas, áreas não licenciadas e áreas protegidas por lei.

Em seu artigo 3º, esta Lei estabelece algumas definições, entre elas a de Grandes Volumes de Resíduos da Construção Civil e Demolição, definidos como aqueles contidos em volumes superiores a 2,5 m³ (dois e meio metros cúbicos); e a de Pequenos

Volumes de Resíduos da Construção Civil e Demolição, definidos como aqueles contidos em volumes até 2,5 m³ (dois e meio metros cúbicos).

De acordo com a Lei, para o caso do município de João Pessoa fazem parte da rede de áreas para recepção de grandes volumes as áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e demolição (ATT) e as áreas de reciclagem e aterros de resíduos da construção civil e demolição.

Nesta Lei foi instituído o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição que incorpora:

- 1 o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição, no caso de pequenos geradores;
- 2 e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição, no caso dos geradores não incluídos na classificação de pequenos.

Para a lei em questão, os geradores de grandes volumes de resíduos da construção civil e demolição, públicos ou privados, cujos empreendimentos requeiram a expedição de alvará de aprovação e execução de edificação nova, de reforma ou reconstrução, de demolição, de muros de arrimos e de movimento de terra, nos termos da legislação municipal, devem desenvolver e implementar Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição, estabelecendo os procedimentos específicos da obra para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

Os projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição devem apresentar a caracterização dos resíduos e os procedimentos a adotar para sua minimização e para o manejo correto nas etapas de triagem, acondicionamento, transporte e destinação. Em obras com atividades de demolição devem incluir o compromisso com a prévia desmontagem seletiva dos componentes da construção, respeitadas as classes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307, visando a minimização dos resíduos a serem gerados e a sua correta destinação.

Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição deverão contemplar, no mínimo, as etapas já descritas na Resolução CONAMA Nº 307 de 2002.

Esses geradores de grandes volumes devem especificar nos seus projetos, em conformidade com as diretrizes da legislação municipal, os procedimentos que serão adotados para outras categorias de resíduos eventualmente gerados no empreendimento, em locais tais como ambulatórios, refeitórios e sanitários. Quando contratantes de serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos, especificar em seus Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição os agentes responsáveis por estas etapas, definidas entre os agentes licenciados pelo Poder Público.

A liberação de Habite-se, pelo órgão municipal competente, para os empreendimentos dos geradores de resíduos de construção, deve estar condicionada à apresentação dos documentos de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) ou outros documentos de contratação de serviços anunciados no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição, comprovadores da correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados. Esses documentos de Controle de Transporte de Resíduos devem estar disponíveis nos locais da geração dos resíduos para fins de fiscalização pelos órgãos competentes.

A lei prevê isenção da apresentação do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição para os geradores com obra inferior a 150 m² (cento e cinquenta metros quadrados) de área construída ou inferior a 30 m² (trinta metros quadrados) no caso de demolição.

De acordo com a Lei, os geradores cujas obras possuam área construída superior a 30m² (trinta metros quadrados) e inferior a 150 m² (cento e cinquenta metros quadrados), ou remoção de solo acima de 50 m³ (cinquenta metros cúbicos), deverão preencher formulário específico, na ocasião da obtenção do alvará de construção, reforma, ampliação e demolição ou de licenciamento ambiental. Esse formulário conterá orientações sobre a segregação, transporte e destino dos resíduos da construção civil e

demolição, bem como a ciência da responsabilidade do gerador pela gestão destes resíduos.

No caso de obras menores que 30 m² (trinta metros quadrados), que gerem acima de 0,500 m³ (zero quinhentos metros cúbicos), de resíduos da construção civil e demolição, deverá o gerador assinar o Controle de Transporte de Resíduos – CTR, emitido pelo transportador ou no caso de transporte próprio os resíduos deverão, segundo a Lei, ser previamente segregados para áreas devidamente licenciadas.

A lei diz que os geradores podem transportar o seu próprio resíduo, porém o gerador deve assinar o Controle de Transportes de Resíduos e, quando usuário de serviços de transporte, ficam obrigados a utilizarem exclusivamente os serviços de remoção de transportadores licenciados pela Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana - EMLUR.

Os resíduos da construção civil e demolição devem ser integralmente triados pelos geradores ou nas áreas receptoras, segundo a classificação definida pelas Resoluções CONAMA nº 307 e nº 348, em Classes A, B, C e D e devem receber a destinação prevista nestas resoluções e nas normas técnicas brasileiras.

A Lei também especifica como deve ser realizada a fiscalização de todo o processo de gestão e as penalidades a serem impostas ao agente ou agentes infratores.

3.6 O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa - PB

A função primordial do Plano Integrado de Gerenciamento é orientar no sentido do aproveitamento seguro e racional dos resíduos sólidos da construção civil e demolição, disponíveis no município para a produção de materiais de construção, incluindo seus aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais. Na elaboração do Plano, inicialmente foi realizado o diagnóstico dos setores produtores dos RCD dentro do município, onde

foi identificado o entulho como resíduo de interesse para o projeto. Mesmo assim, se faz necessário realizar pesquisas experimentais para a reciclagem desse resíduo gerado no município de João Pessoa para aproveitamento na produção de materiais de construção (agregados para pavimentos, argamassas e blocos), buscando-se o emprego e uso ambientalmente adequado desses materiais e a ampliação da oferta de habitação e infraestrutura urbana, de forma a contribuir para o desenvolvimento sustentável local.

De acordo com o PIGRCD – JP (2007, p.10), a EMLUR com a finalidade de atender o que determina a Resolução CONAMA nº 307/2002, busca, com a elaboração deste projeto, a realização, de forma eficaz, de um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Demolição, onde foram identificados os agentes envolvidos com a geração, coleta e transporte dos resíduos. Foi também realizado o inventário das condições de operação dos diversos agentes públicos e privados que atuam nesse segmento, bem como a estimativa dos impactos resultantes dos atuais processos. Após concluído esse inventário, foram desenvolvidas as proposições do Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa.

3.6.1 Primeira fase – diagnóstico/ inventário

Os agentes envolvidos na geração, transporte e recepção foram identificados como sendo os construtores de pequenas reformas, ampliações e demolições, os executores de edificações novas, térreas ou múltiplas verticalmente com áreas de construção superiores a 300m², e, por fim, os construtores de novas residências, de maior ou menor porte.

De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.14), para as edificações novas foi encontrado um valor de geração de resíduos de 4.383,6 t/mês. Para o caso de reforma/ampliação, demolição e muros foi encontrado um valor de 999,1 t/mês e, por fim, para os resíduos recolhidos em deposições clandestinas foi encontrado um valor de

4.602 t/mês, somando-se todas, temos a produção de, aproximadamente, 9.985 t/mês de resíduos de construção e demolição para o município de João Pessoa.

Foram identificados 128 (cento e vinte e oito) pontos clandestinos de deposição de resíduos nos quais a EMLUR coleta mensalmente 9.985 toneladas de resíduos sólidos de construção civil e demolição.

No PIGRCD – JP (2007, p.28) são apresentadas três (03) empresas coletoras de entulhos cadastradas na EMLUR. São elas:

- 1 -Ecolimp – Rua Anízio Salatiel, 106 – Bairro do Roger – João Pessoa;
- 2 -Transentulhos – Rodovia BR 101, Km 88 – Distrito Industrial – João Pessoa;
- 3 Diskentulhos – BR 230, Km 12, s/n – Bairro Renascer – Cabedelo.

De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.28), os proprietários de caminhões encontram-se concentrados na Av. Hilton Souto Maior, na Praça em frente da Companhia Estadual de Habitação da Paraíba - CEHAP e na Praça Napoleão Laureano, no Varadouro. Esses veículos, com capacidade entre 5 a 10 m³, realizam diariamente transporte dos resíduos de construções com deposição em locais impróprios.

O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.30) afirma que, de acordo com a concepção da implantação da Resolução do CONAMA nº 307/2002 o Aterro Metropolitano de João Pessoa deveria disponibilizar um local para entulhos de construções e demolições, porém, apenas uma pequena quantidade é disponibilizada no aterro, que misturada com o material de escavação das células, é aproveitado para recobrimento das mesmas.

3.6.2 – Segunda fase - Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa

De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.48), o Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil e Demolição da Prefeitura Municipal de João Pessoa está fundamentado nos seguintes princípios:

- Viabilizar as ações de todos os agentes envolvidos no Plano.
- Institucionalizar as ações, através do disciplinamento das atividades e dos fluxos.
- Conquistar a adesão de todos os envolvidos, tornando vantajosos os novos procedimentos.
- Melhorar o gerenciamento e a fiscalização destes agentes envolvidos.

Segundo Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.49), na implantação de um Plano Integrado de Gestão de Resíduos da Construção Civil e Demolição, deve-se desenvolver algumas ações, dentre elas, duas são descritas nesse Plano da seguinte forma:

1. A primeira ação está estruturada por meio de um programa municipal para pequenos geradores que tem como responsabilidade assumir caráter de serviço público e implantando uma rede de serviços através da qual os pequenos geradores e transportadores assumem a obrigatoriedade com a destinação adequada dos resíduos da construção civil e demolição, que resulta de sua própria atividade. Para cumprimento dessa ação, a municipalidade, por intermédio da EMLUR construirá um conjunto de pontos de entrega para pequenos volumes de RCD, denominados de Ecopontos, os quais foram cuidadosamente e estrategicamente estudados pela comissão de elaboração do referido Plano. O total estimado para o Município de João Pessoa são de oito Ecopontos.

2. A segunda ação é o fundamento de sustentabilidade, que visa atender obrigatoriamente os grandes geradores de resíduos, utilizando-se também de uma rede de serviços abrangendo todas as atividades operativas relacionadas ao transporte, ao manejo, à transformação e disposição final dos grandes volumes de resíduos da construção civil e demolição. Neste caso, a EMLUR é responsável pelos serviços de construção, instalações físicas e das diversas operações, viabilizando aos agentes de maior porte o exercício de suas responsabilidades com relação aos seus resíduos. Tudo isso fica caracterizado por um conjunto de atividades privadas regulamentadas pelo poder público municipal.

Conforme afirma o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.50), o grande marco da ação 2 é a implantação de uma Unidade de Beneficiamento e Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Figura 22).



Figura 22 - Usina de Beneficiamento

As Áreas para Manejo de Grandes Volumes, que no município de João Pessoa é a Usina de Triagem e Beneficiamento dos RCD, têm como principal finalidade fazer a triagem e reciclagem desses resíduos procedentes das atividades da construção de edificações,

reformas, ampliações e demolições. A maioria desses materiais quando separados e reciclados na Usina se transformam em matéria-prima de qualidade excelente devido as suas características físico-químicas, tendo um ótimo potencial na fabricação de pré-moldados, bem como de grande aceitação e utilização como base nos trabalhos de pavimentação de vias públicas.

Na usina pode-se observar a proteção de um cinturão verde (Figura 23) que tem a finalidade de minimizar os impactos ambientais que poderiam causar para a vizinhança, bem como a poeira que será tratada pelo simples processo de aguação.

O terreno tem uma área total de 17.741 m² e a Usina propriamente dita tem 11.600 m² de área construída, com uma área livre de 6.142 m².



Figura 23 - A proteção do cinturão verde

A Usina recicla os RCD Classe A, que são aqueles reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como componentes cerâmicos, argamassas, concreto e outros, inclusive solos. Trabalha-se com o processo de trituração de concretos, alvenaria, tijolos, argamassas e outros, que resultam em agregados selecionados.

O RCD que chega na usina é, em primeira fase, triado (Figura 24). Separa-se os resíduos de classe A dos demais resíduos.



Figura 24 - Triagem dos RCD que entram na Usina

Após esta primeira triagem, o material proveniente do concreto é separado dos demais para uma quebra em pedaços menores a serem beneficiados (Figura 25).



Figura 25 - Material proveniente do concreto sendo quebrado

O material proveniente do concreto é recolhido por trator e transportado através de uma rampa até a máquina que irá beneficiar o material (Figuras 26 e 27).



Figura 26 - Material proveniente do concreto sendo colocado no trator



Figura 27 - Lançamento do material na máquina de beneficiamento

Em seguida é lançado em baias (Figura 28), com quatro distintos diâmetros de agregados, que são: pedrisco, pedra 1, areia e racho. Na figura 29 se pode ver o material antes e depois do beneficiamento.



Figura 28 - Baias que separam material beneficiado por diâmetro



Figura 29 - Material antes e depois do beneficiamento

O material que não tem composição predominantemente advinda do concreto também é transportado da mesma forma para a máquina de beneficiamento, como mostram as

Figuras 30 e 31 e seu produto final pode ser obtido em duas dimensões, uma miúda e outra graúda.



Figura 30 - Carregamento do trator com o material não concretício



Figura 31 - Beneficiamento de material com composição não concretícia

A Prefeitura Municipal de João Pessoa mesmo como única responsável pela gestão dos RCD, além da implantação da Usina está introduzindo algumas facilidades para que o processo funcione a contento, tais como:

- Abertura de vias de acesso e alternativas tecnológicas adequadas para a destinação de resíduos.
- Determinação para que as Secretarias Municipais do setor adotem o consumo de agregados resultantes da triagem e reciclagem de RCD em determinados tipos de obras públicas, como sub-base de pavimentação asfáltica, confecção de blocos para pavimentação, tijolos para construções e nivelamento de terrenos, entre outros.
- Conscientização e fiscalização eficiente e eficaz para garantia de um resultado mais exitoso.

Com estas condições, a municipalidade tem possibilidade de atingir progressivamente as seguintes metas:

- Extinguir os bota-foras.
- Acabar com a presença de coletores irregulares e sem compromisso com o sistema.
- Normalizar a ação dos geradores garantindo o uso adequado dos equipamentos de coleta e das instalações de apoio.

3.6.3 Estratégia de implantação das ações do Plano de Gestão

Os grandes geradores não podem utilizar os ecopontos. De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.57), esses geradores devem utilizar o sistema que se denomina ação privada regulamentada, que consiste na solução dos problemas de grandes quantidades de RCD, desde o recolhimento ao transporte. Esta ação elimina os bota-

foras, pois os RCD são direcionados diretamente para a Usina de Beneficiamento de RCD e direcionados para os diversos usos préestabelecidos, sendo a fração não aproveitável enviada para um aterro.

As soluções apresentadas no plano vão orientar o destino dado ao RCD, priorizando o reuso e a reciclagem, ou, de acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.57-58), quando não for possível esse reuso ou reciclagem, admitir a alternativa de dispor os resíduos no Aterro Metropolitano de João Pessoa.

3.6.4 Sistema de Gestão Sustentável para os resíduos da construção civil e demolição

De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p.60), o sistema de gestão sustentável dos resíduos da construção civil e demolição do município de João Pessoa é constituído pelos seguintes elementos:

1. Rede de Pontos de recebimento de resíduos de pequenos volumes, denominados ecopontos.
2. Duas áreas para manejo de grandes volumes, uma no Alto do Céu e a outra constituída pela própria Usina.
3. Programa de comunicação e informação ambiental, com a finalidade de conscientização da comunidade, por meio de um Programa de Ação Social e Educação Ambiental.
4. Programa de Acompanhamento, Fiscalização e Monitoramento.

De acordo com o Plano, a finalidade de todas essas iniciativas é possibilitar uma alteração significativa na gestão dos resíduos de construção civil e demolição.

3.7 A aplicação da gestão ambiental

Segundo Lins *et al* (2008, p.40), a gestão do resíduo de construção, para ser bem feita, exige cuidados nas etapas de geração e captação na obra, transporte, triagem, reuso, reciclagem, aterramento e outras destinações. Na geração e captação na obra deve-se minimizar a quantidade de resíduo gerado e separar os diferentes materiais no local de geração, para facilitar os processos subseqüentes. Para o transporte, os resíduos devem ser transportados cobertos e, se possível, segregados, para evitar impactos ambientais nessa atividade. Para a triagem, os resíduos não triados na obra devem ser separados nas diferentes frações, conforme explicitado no item anterior da Resolução CONAMA 307/2002 e conforme as opções de reuso e reciclagem a serem adotadas. Para o reuso, deve-se sempre buscar a reutilização do resíduo, pois isto pode ser feito com baixo custo de beneficiamento. A reciclagem deve ser a meta principal da gestão, por suas vantagens ambientais, sociais e econômicas. Quando inevitável, o aterramento deve ser feito adotando-se os cuidados ambientais, sociais e econômicos. Os resíduos também podem ser doados a cooperativas, vendidos para reuso e reciclagem, ser trocados em Bolsas de Resíduos, ser incinerados, etc. Isso depende da existência dessas opções na região e de sua viabilidade técnica e econômica.

3.7.1 Formas de destinação para alguns resíduos

A seguir será analisado, de acordo com Lins *et al* (2008, p.40-41, 67 e 70) algumas das frações do resíduo de construção para discutir formas mais avançadas de destinação:

1. A fração mineral composta por concreto e alvenaria pode ser reutilizada como se encontra ou reciclada. A reciclagem é feita pela trituração e peneiração, obtendo-se areia e pedra para uso em concretos, argamassas, pavimentação e outros serviços. Quando necessita ser aterrada, essa fração deve ser exclusiva no aterro, pois assim se permite que ela venha a ser reciclada no futuro.

2. Os materiais comumente reciclados no país, tais como papel, plástico, vidro e metais, podem simplesmente ser separados dos resíduos de construção e encaminhados à reciclagem, através de venda ou doação.
3. A madeira é um material com alto valor comercial e amplo uso na construção civil. Sua obtenção causa impactos negativos, como destruição de florestas e da fauna e flora locais. Sua participação no resíduo de construção é considerável, em torno de 10% do volume, mas muitas vezes esse material é simplesmente aterrado, desrespeitando-se a legislação. A madeira pode ser reusada e reciclada, com maior ou menor simplicidade no beneficiamento. Pode-se realizar o reuso de peças de madeira de lei, tais como vigas, caibros, ripas e tábuas de madeira de lei que têm uma pequena participação no resíduo (5% da madeira do resíduo de construção), mas têm alto valor comercial. Podem ser separadas do resíduo, classificadas e estocadas para revenda, para uso em cobertura, marcações de obras, etc. Pode-se também serrar a madeira em pequenas peças e usar como combustível em fornos, caldeiras, olarias, padarias e saunas. Só tem que tomar cuidado para não queimar madeira com contaminantes, tais como a madeira tratada, pintada, com fórmica, adesivos, etc, em fornos sem controle dos gases.
4. O gesso causa problemas ambientais na destinação, mas pode ser reciclado. O resíduo de gesso é praticamente igual à matéria-prima usada para produzir o gesso de construção. Para reciclar esse material basta calcinar e moer de novo. Um entrave para essa reciclagem é a necessidade de concentrar o resíduo e transportar aos produtores de gesso, que podem estar longe da cidade onde gera o resíduo. O resíduo de gesso causa problemas consideráveis, tais como:
 - Quando colocado em aterro, libera gás sulfídrico, com forte cheiro de ovo podre, que é tóxico e causa problemas nos olhos, dor de cabeça e fadiga.
 - O gesso é solúvel em água e pode contaminar a água subterrânea com sulfato, que é um contaminante secundário. Embora não represente grande ameaça à saúde, modifica aspectos da água como cor, odor e sabor.

- A incineração de resíduos com gesso é problemática, pois reduz a eficiência dos dispositivos de controle de poluição atmosférica do incinerador.
- O gesso não pode ser usado na produção de agregado reciclado, pois o sulfato nele presente reage com o cimento, gerando expansão que chega a destruir as peças de concreto.

O gesso pode ser reciclado para uso em:

- Produção de novo gesso de construção, como dito anteriormente.
 - Produção de cimento, que exige elevada pureza do gesso endurecido, o que pode dificultar a sua realização.
 - Uso como corretor de solos, pois o gesso serve como fonte de cálcio e enxofre; neutraliza formas de alumínio nocivas a algumas plantações; ajuda na redução do problema da compactação de solos.
 - Reduz problemas associados à presença de sódio em alguns solos.
5. Com relação ao solo, vários gestores de resíduo de construção recebem o solo, separam por tipos e vendem como material de construção. Para tanto, é necessário separá-lo de outros materiais, como madeira, plástico, etc.
 6. Para os resíduos não perigosos e não inertes da classe II A, quando não reciclados, devem ser encaminhados a aterros de resíduos classe II A. As exigências para o seu transporte e destinação devem ser verificadas nos órgãos ambientais locais.
 7. Os resíduos perigosos classe D ou classe I devem ser encaminhados a aterros de resíduos classe I. Para o seu transporte é necessário uma autorização e, em geral, os custos com transporte e destinação são consideravelmente maiores do que os custos para as demais classes de resíduos.

3.7.2 Planos de Gestão de Resíduos nas construções

Sobre os Projetos de Gerenciamento de Resíduos, Pinto e González (2005, p.6) afirmam que ele se trata de uma declaração de compromisso do gerador e que se constitui no documento em que o responsável técnico apresenta suas soluções, a descrição dos resíduos, eventuais medidas adotadas para minimizar sua geração, além dos agentes e instalações que serão acionados para sua destinação final.

Sobre o Plano de Gestão de resíduos, Shen e Tam (2001, p.535-543), mostram que, após investigação na construção civil da Austrália, a boa utilização de um plano de gestão de resíduos durante a fase de construção é muito eficaz na redução dos resíduos gerados: menos 15% de resíduos foram gerados no local antes da reciclagem; 43% a menos de resíduos foram depositados em aterros; e 50% das despesas de manuseio de resíduos foi reduzida.

Pinto (2005, p.26) diz que a implantação da Gestão de Resíduos interfere no dia-a-dia de todos os agentes que atuam na obra. Os resultados são obtidos conforme o nível de comprometimento dos operários, empreiteiros e direção da empresa com a metodologia proposta. Desse modo, a adesão dos agentes dependerá de treinamento, capacitação e respeito às novas condições necessárias para a limpeza da obra, triagem e destinação dos resíduos. Cumpre destacar que os construtores, no exercício de suas responsabilidades, precisam contar com os agentes integrantes da cadeia produtiva, inclusive do apoio dos fornecedores de insumos. O autor mostra que esse compromisso precisa ser formalizado e deve estar expresso nos respectivos contratos, merecendo destaque para os seguintes aspectos:

- evidenciar a necessidade do zelo com a limpeza e a organização permanentes da obra;
- responsabilizar empreiteiros pela má utilização dos insumos, materiais e dispositivos de uso comum;
- obrigar a observância das condições estabelecidas para a triagem dos resíduos;

- compartilhar com o contratado, em casos específicos, a responsabilidade pela destinação dos resíduos, examinando e aprovando solução para destinação e exigindo a apresentação da documentação pertinente;
- avaliar os empreiteiros em relação à limpeza da obra, triagem dos resíduos nos locais de geração, acondicionamento final e destinação (quando for aplicável), atribuindo notas e penalizando os responsáveis por irregularidades.

3.7.3 A experiência no Brasil e no mundo

3.7.3.1 São Paulo

Carneiro (2005, p.34) diz que a situação encontrada para os resíduos da construção civil em São Paulo vem preocupando bastante não só o poder público, cujos gastos no sentido de minimizar os impactos negativos gerados têm aumentado cada vez mais, mas também a sociedade em geral, que constitui a principal vítima dos impactos gerados por esses resíduos. A nova política de gestão dos resíduos da construção civil da Prefeitura de São Paulo é implementada pelo Plano Municipal de Gestão Sustentável de Entulho. O plano, que já atende às novas diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307 para os municípios brasileiros, está aumentando a oferta de áreas para deposição regular dos resíduos da construção e demolição de pequenos a grandes geradores, além de facilitar e incentivar a reciclagem desses materiais.

Um dos principais problemas encontrados, segundo Carneiro (2005, p.35), como ocorre em grande parte das cidades brasileiras, é a prática de descarte final dos RCD em áreas inadequadas para esse fim, acarretando, dessa forma, além de prejuízos à paisagem urbana, diversos impactos negativos, sejam eles diretos ou indiretos, e que para solucionar definitivamente o problema do entulho despejado em vias públicas, o plano gestor estimula a iniciativa privada a implantar e operar Áreas de Transbordo e Triagem de entulho, as chamadas ATT, e prevê a instalação de ecopontos (pontos de entrega voluntária de RCD) em áreas públicas de cada um dos 96 distritos do município de São Paulo. Uma outra ação adotada pela Prefeitura de São Paulo foi o aumento considerável

nas atividades de fiscalização para coibir a deposição irregular desses resíduos em espaços públicos.

De acordo com Pinto (2005, p.6), o Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo realizou o Programa de Gestão Ambiental de Resíduos em Canteiros de Obras que, em caráter experimental, implantou uma metodologia para gestão de resíduos em canteiros de obras de 11 construtoras. A metodologia utilizada nessa implantação busca a redução de desperdícios, eliminando-os quando possível, a promoção da segregação dos materiais para reutilização no próprio canteiro, encaminhamento dos resíduos para reciclagem ou a destinação compromissada para as áreas licenciadas com a utilização de transportadores (caçambeiros) credenciados. Ele também afirma que houve um alto grau de sensibilização, conscientização e interesse pelo assunto, como também expressiva redução de resíduos gerados em canteiros.

Cabe mencionar que, ao implantar esse tipo de programa, as construtoras podem incorporar estes outros benefícios: atendimento aos requisitos legais e aos programas de certificação; melhora nas condições de limpeza do canteiro, contribuindo para maior organização da obra; diminuição dos acidentes de trabalho; redução do consumo de recursos naturais; e a conseqüente redução de resíduos. Além disso, a empresa inicia uma conscientização ambiental que pode se refletir na promoção de outras ações que visem ao desenvolvimento sustentável. Tais ações, incluídas na gestão estratégica de negócios, melhoram a imagem da empresa e contribuem para sua valoração econômica (PINTO, 2005, p.7).

3.7.3.2 Belo Horizonte

Mesmo não tendo sido, segundo Pinto (1999, *apud* CARNEIRO, 2005, p.35), o primeiro município brasileiro a aderir à reciclagem de RCD, que foi São Paulo, Belo Horizonte é uma referência fundamental na gestão desses resíduos, assim como na gestão de outras parcelas dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, por ter desenvolvido, desde 1993, um plano pioneiro de gestão diferenciada, denominado, à época, de

Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção. Esse plano programou ações específicas para captação, reciclagem, informação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Ele fez parte de um conjunto maior de ações que constituiu o Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte, desenvolvido pela equipe técnica da Superintendência de Limpeza Urbana e premiado em 1996 pela Fundação Ford e Fundação Getúlio Vargas como melhor experiência de gestão municipal brasileira.

De acordo com Carneiro (2005, p. 36), o modelo de gestão dos RCD aplicado em Belo Horizonte é baseado nos princípios da Gestão Diferenciada, com ênfase na facilitação da disposição e diferenciação dos resíduos. Para isso existe na cidade uma rede de captação para os RCD, constando de quatro áreas para entrega voluntária, denominadas Unidades de Recebimento.

A diferenciação de resíduos em Belo Horizonte tem propiciado a valorização de todos os resíduos comercializáveis (papel, plástico, metais e outros) e dos RCD, que são deslocados para as Estações de Reciclagem (PINTO, 1999, *apud* CARNEIRO, 2005, p.36).

O principal uso dado aos materiais reciclados nas estações de Belo Horizonte é em pavimentação e manutenção de vias urbanas, e em serviços como preparação de vias internas e células no aterro municipal, em substituição ao solo nobre anteriormente importado. Os usos são feitos principalmente por empreiteiras contratadas pelo município, que estão sendo induzidas a usar crescentemente o material (PINTO, 1999, *apud* CARNEIRO, 2005, p.36).

Dessa forma, é possível afirmar que a Gestão Diferenciada dos RCD em Belo Horizonte está definitivamente consolidada e seu desafio é hoje não mais o de consolidar-se, mas sim o de expandir-se – estendendo o alcance das unidades de recebimento para que ocorra a facilitação da disposição em todas as regiões, ampliando a intensidade da reciclagem – acompanhando a elevação da geração, e, finalmente, o de promover o necessário envolvimento de outros agentes nas operações de reciclagem, para que a

própria atividade construtiva possa absorver os resíduos por ela gerados (PINTO, 1999, *apud* CARNEIRO, 2005, p.36).

3.7.3.3 Salvador

Segundo a EDUFBA (2000, p.68), um dos maiores problemas enfrentados pelo município é a grande quantidade de pontos clandestinos de descarga de entulho, espalhados pela cidade, devido à dispersão geográfica e temporal da geração desse resíduo pelo setor informal. Além disso, a dificuldade em coletar o entulho através do mesmo sistema operacional utilizado para a coleta domiciliar também contribui para agravar a situação das disposições irregulares. Finalmente, as grandes distâncias e, por consequência, os altos custos de transporte para os aterros oficiais dificultam a iniciativa do pequeno gerador em dar destino adequado ao entulho por ele produzido.

Em Salvador, de acordo com EDUFBA (2000, p.68) eram coletadas cerca de 2.750 t/dia de entulho. Esse valor representava 50% dos resíduos coletados pela limpeza urbana.

Boa parte da melhoria de coleta ocorreu após a realização de um levantamento dos pontos de descarte clandestino de entulho em Salvador. Nesse trabalho, realizado pela Limpeza Urbana (LIMPURB), em junho de 1996, foram identificados 420 pontos clandestinos de deposição de entulho. Diante disso, a empresa elaborou e vem implantando, de acordo com EDUFBA (2000, p.68), desde 1997, o Projeto Gestão Diferenciada de Entulho de Salvador, baseado no modelo de Gestão Diferenciada do Entulho.

Algumas medidas, implantadas nesse período pelo Projeto de Gestão do Entulho de Salvador — a remoção de entulho nos pontos de descarte, a sinalização, a fiscalização e a punição dos lançamentos clandestinos, além da criação de locais adequados para recebimento de entulho —, reduziram para 160 o número de pontos clandestinos de descarga de entulho espalhados pela cidade (EDUFBA, 2000, p.68).

Diante dessas considerações, torna-se evidente a importância da implantação do Projeto de Gestão Diferenciada de Entulho em Salvador e a demonstração de que as soluções para os problemas gerenciais do resíduo passam pela elaboração e implementação de um plano de gestão específico (EDUFBA, 2000, p.68).

3.7.3.4 Recife

De acordo com Souza (2007, p.22), no ano de 2002, com o objetivo de inserir a cidade do Recife/PE e o setor da Construção Civil dentro dos moldes da legislação, foi criado um grupo de trabalho no SINDUSCON/PE, formado pela Escola Politécnica de Pernambuco - POLI, da Universidade de Pernambuco – UPE, e pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, que resultou na criação e implantação do Programa Entulho Limpo de Pernambuco.

Este programa se concentrou em algumas ações, tais como:

- o diagnóstico da situação dos RCD na cidade;
- soluções para os resíduos classe “A”;
- ações de educação ambiental em canteiros de obras; e
- reuniões com as prefeituras da Região Metropolitana do Recife, universidades, setor privado envolvido e outras instituições para discussão do Plano de Gerenciamento Integrado de RCD.

Como produto destas reuniões, realizadas mensalmente durante um ano, surgiu o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil sob a forma da Lei Municipal nº 17.072 (SOUZA, 2007, p.23).

Souza (2007, p.29) mostra que a metodologia Obra Limpa parte de uma análise da situação do canteiro e define intervenções para as etapas de segregação e destinação dos resíduos. São consideradas questões como:

- Sinalização e ordenação de fluxos.

- Treinamento da equipe de execução e equipes terceirizadas.
- Implantação de dispositivos de transporte e captação diferenciada de resíduos.
- Adequação dos novos fluxos ao arranjo físico do canteiro.
- Orientação para aplicação de resíduos reciclados.
- Destinação compromissada para cada tipo de resíduo não reutilizado.
- Reutilização e/ou reciclagem de resíduos.
- Aproveitamento de aparas (de blocos, metais, madeira e outros).

A implantação da metodologia, de acordo com Souza (2007, p.30), pode ser dividida nas seguintes etapas:

1 - Palestra de orientação voltada à direção e ao corpo técnico da construtora, informando sobre a necessidade de colocar a gestão de resíduos entre as metas da construtora.

2 - Diagnóstico sobre a sistemática de tratamento e destinação dos resíduos em cada um dos canteiros de obra da empresa.

3 - Proposta para implantação e detalhamento das alterações necessárias para transporte e coleta do que será descartado.

4 - Adoção de recipientes específicos para a segregação dos diferentes materiais: madeira, plásticos, metal, papel, entre outros.

5 - Treinamento rápido dos funcionários.

6 - Acompanhamento contínuo por dois meses para a solução de problemas pontuais que possam surgir.

7 - Transformação do canteiro de obras em um local limpo e seguro.

8 - Avaliação mensal dos resultados, com base em relatórios que pontuam o desempenho da equipe em relação à limpeza do canteiro, segregação e destinação dos materiais descartados.

9 - Comprovação documental da destinação compromissada dos resíduos da obra, obtida em cada um dos locais de destinação dos resíduos.

Entre as vantagens que podem ser observadas para as construtoras, após a implantação da metodologia, Souza (2007, p.30) destaca:

- Diferencial de imagem no mercado.
- Redução de acidentes de trabalho.
- Otimização do fluxo de resíduos e melhoria da produtividade.
- Ajuste aos padrões de desenvolvimento sustentável.
- Não ser responsabilizada por passivo ambiental.
- Atender aos requisitos ambientais dos programas de certificação, como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), o Programa da Qualidade da Construção Habitacional (Qualihab) e *International Organization for Standardization* (ISO) 14.000.

3.7.3.5 Maceió

Para a cidade de Maceió foi realizado um projeto pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) financiado pelo Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), visando o levantamento de dados para a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da cidade de Maceió, satisfazendo a resolução nº 307 do CONAMA. A função primordial era realizar o diagnóstico dos resíduos de construção e demolição da cidade de Maceió, realizar a caracterização dos agregados reciclados, apresentar os possíveis meios de gerenciamentos e ações educativas.

A Proposta de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) para o Município de Maceió, objetivou, inicialmente, o desenvolvimento de ações voltadas para o disciplinamento das disposições irregulares dos resíduos da Construção Civil no ambiente urbano, bem como ações que visassem incentivar a redução, a reutilização e a reciclagem destes resíduos (PROJETO DESENTULHO, 2005, p.113).

Procuram-se estabelecer alternativas, que sejam de origem técnica, econômica e ambientalmente viável, com o intuito de contornar, minimizar e solucionar os problemas causados pelas disposições irregulares (PROJETO DESENTULHO, 2005, p.113).

3.7.3.6 Hong Kong

Shen e Tam (2001, p.535-543), em pesquisa sobre a implementação da gestão ambiental na indústria da construção em Hong Kong, constataram que o controle dos impactos ambientais da construção se tornou uma questão importante para o público, mas como construção é formada por atividades que envolvem aspectos ambientais e a melhoria destes aspectos irá acarretar significativa despesa, os contratantes são relutantes em adotar medidas proativas. Afirmam que o tempo e custo do investimento em aplicar medidas avançadas para a melhoria do ambiente diminui o desempenho e interesse dos contratantes. Demonstram, também, que as principais barreiras para implementação da gestão ambiental em Hong Kong são, nesta ordem de relevância, o aumento dos custos de gestão, a falta de pessoal treinado e especializado, a falta de cooperação dos subempreiteiros, a falta de apoio do cliente e o tempo consumido para a melhoria do desempenho do ambiente.

Para Shen e Tam (2001, p.535-543), as principais medidas para a gestão ambiental são, nesta ordem:

1. estabelecer um plano de gestão de resíduos;
2. reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos da construção civil;
3. proporcionar formação sobre o programa de gestão ambiental;

4. esforços contínuos para a melhoria do gerenciamento ambiental;
5. a criação de requisitos legais sobre a proteção do ambiente.

De acordo com Shen e Tam (2001, p. 540), como existe uma concepção comum de que o aumento dos custos serão inevitáveis com a aplicação de gestão ambiental, a aplicação de medidas de apoio pelo governo serão efetivamente necessárias.

Shen e Tam (2001, p.535-543) mostram que as empresas de Hong Kong buscam resultados a curto prazo, e subestimam os benefícios de longo prazo para as empresas e o público. Isso reflete a cultura empresarial local dominada pela busca, à curto prazo, dos lucros entre os contratantes.

3.7.3.7 O Programa Europeu

Souza (2007, p.28) afirma que em países europeus, observou-se que o maior diferencial da proposta metodológica está no planejamento e envolvimento dos profissionais anteriormente a construção, ainda na fase de projeto.

O programa europeu descrito por Souza (2007, p.28) sugere que as principais medidas devem ser tomadas antes do início da obra, ainda durante a fase de projeto, para que os profissionais envolvidos entendam a importância da minimização da geração de resíduos.

Os passos que esse programa indica para gestão otimizada de resíduos são:

- 1 – Estudos iniciais e planejamento da gestão de resíduos em obra (legislação vigente, prevenção da geração de resíduos, plano de recolhimento e destinação).
- 2 – Contrato para o recolhimento dos resíduos (definição de quantidades, cláusulas contratuais para separação e tratamento, análise financeira da gestão dos resíduos).

3 - Gestão de resíduos durante o período de construção (definição dos responsáveis pela coleta, treinamento das empresas subcontratadas, controle da separação, organização dos contentores e do transporte interno, externo e tratamento dos resíduos).

4- Documentação de tratamento de resíduos (comprovantes de tratamento adequado).

3.7.4 Agentes envolvidos na gestão de resíduos e suas responsabilidades

De acordo com o SINDUSCON-MG (2008, p.27), os agentes envolvidos e suas responsabilidades na gestão de resíduos são:

1. Gerador de resíduos: gerenciar os resíduos desde a geração até a destinação final, com adoção de métodos, técnicas, processos de manejo compatíveis com as suas destinações ambientais, sanitárias e economicamente desejáveis.
2. Prestador de serviços/transportador: cumprir e fazer cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações do processo de gerenciamento de resíduos sólidos e de resíduos de obra civil em especial.
3. Cedente de área para recebimento de inertes: cumprir e fazer cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações de aterros de inertes, em especial o seu controle ambiental.
4. Poder público: normalizar, orientar, controlar e fiscalizar a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Compete-lhe, também, equacionar soluções e adotar medidas para estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil para posterior destinação às áreas de beneficiamento.

Capítulo 4 - Metodologia

4.1 Área de estudo

A cidade de João Pessoa localiza-se na porção mais oriental das Américas e do Brasil (Figura 32), sendo o município mais populoso do estado brasileiro da Paraíba (Figura 33).

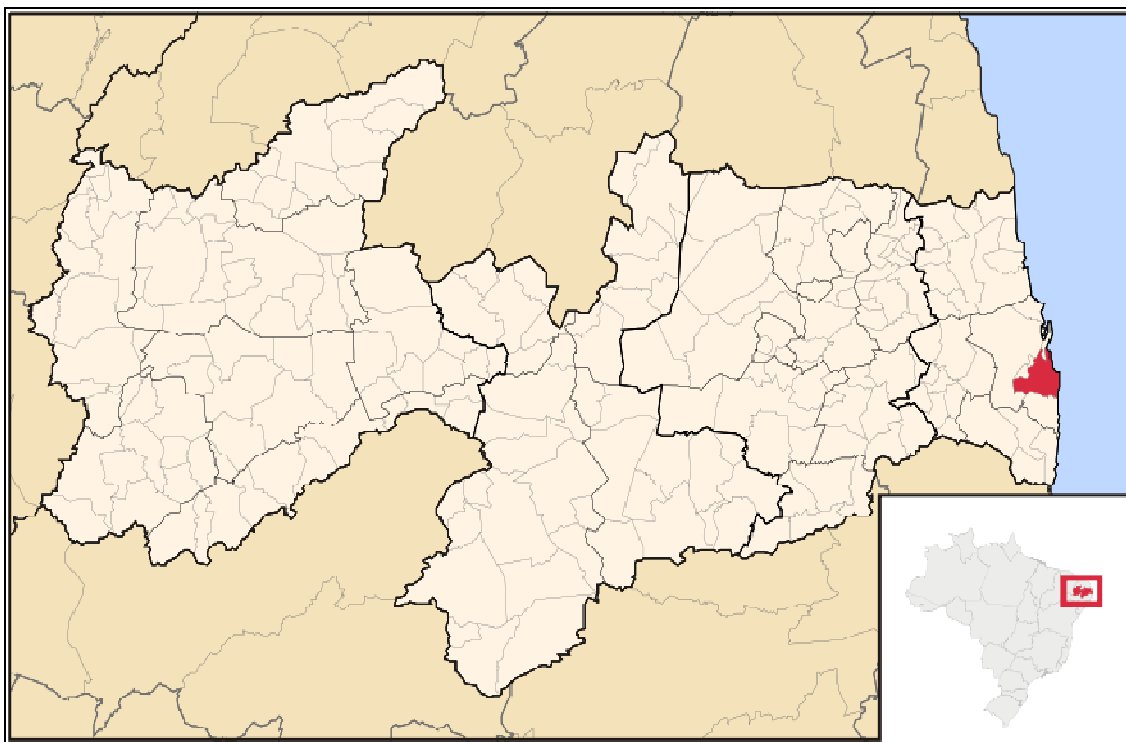


Figura 32 - Paraíba e o Município de João Pessoa.

Fonte: Wikipédia (2009 a).

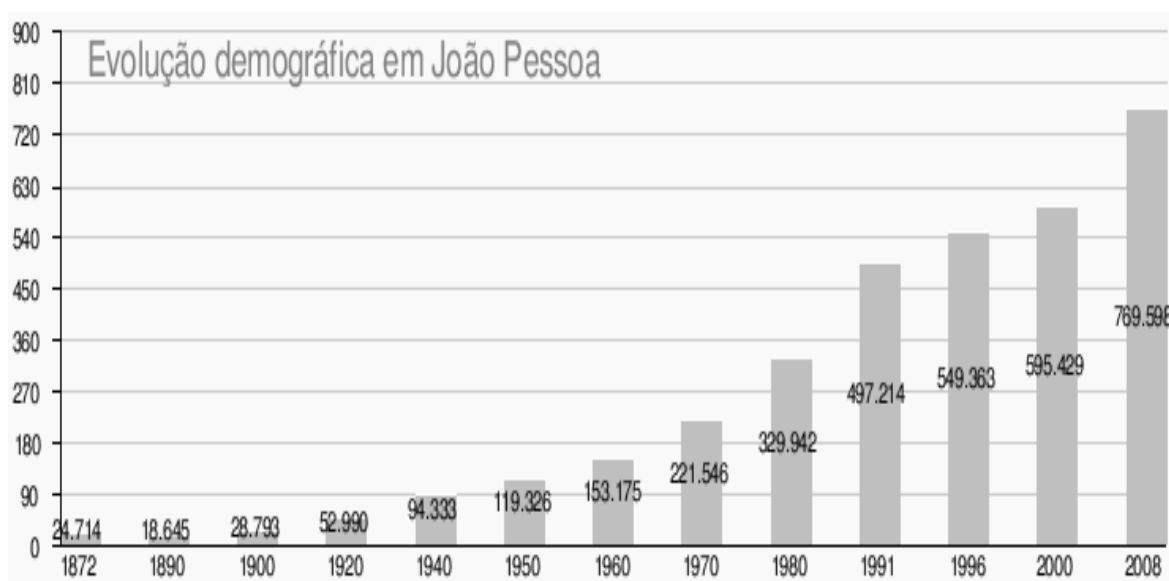


Figura 33 - Evolução demográfica em João Pessoa.

Fonte: Wikipédia (2009 b).

A partir da figura apresentada anteriormente, pode-se concluir que João Pessoa é uma cidade com um alto índice de crescimento populacional, resultando em um processo dinâmico de expansão ou renovação urbana, e que, de acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p. 8), “(...) devido ao crescente processo de urbanização apresenta um elevado índice de geração de resíduos da construção civil e demolição, já necessitando, com urgência, de medidas de controle, tanto de gerenciamento, quanto de soluções adequadas em caráter permanente.”

Desses resíduos gerados, o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição do Município de João Pessoa (2007, p. 9) mostra que 30% do RCD tem como destino o Aterro Sanitário, enquanto 70% tem destino inadequado, como margens de rios e o próprio mangue.

O problema da ausência de gerenciamento e tratamento adequado para os resíduos geram graves problemas ambientais, sobretudo nas cidades em processo mais dinâmico de expansão ou renovação urbana, como é o caso da cidade de João Pessoa.

4.2 Método

Para a concretização dos objetivos propostos, dividiu-se o presente trabalho em duas etapas que serão descritas a seguir.

Etapa 1:

Inicialmente, foi realizado um levantamento junto ao Sindicato da Indústria da Construção Civil de João Pessoa (SINDUSCON-JP) da quantidade de empresas cadastradas e atuantes no município. De posse da lista, essas empresas foram procuradas com vistas a definir quais delas trabalham com construções verticais por incorporação, que é o foco do estudo.

De posse da quantidade de empresas que trabalham com construções verticais por incorporações, foi retirada uma amostra representativa dessas empresas que, de acordo com as normas de amostragem (NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos e NBR 5427 – Guia para utilização da norma 5427 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos), são treze as empresas a serem pesquisadas.

A partir de então, foi elaborado um questionário (apêndice 1) cujo objetivo principal foi avaliar a adequação das empresas à legislação vigente e quantificar a produção de resíduos de construção da obra pesquisada.

De posse da amostra representativa das empresas e do questionário, foi dado início às visitas em canteiros de obras das treze diferentes empresas, com o objetivo de aplicar o questionário anteriormente elaborado e coletar amostras dos resíduos produzidos nos canteiros. As visitas foram realizadas em um canteiro de obras para cada empresa.

Nessas visitas foram coletadas quatro amostras de aproximadamente 13,0 kg para cada visita realizada, adotando-se esses valores de acordo com trabalho realizado

anteriormente por Carneiro (2005, p.59). Ainda de acordo com o trabalho de Carneiro (2005, p.59), as amostras devem ser recolhidas de pontos distintos de uma mesma caçamba ou do local onde são armazenados esses resíduos, com vistas a evitar o recolhimento de apenas alguns dos resíduos provenientes da construção em questão, isto é, procurou-se recolher amostras homogêneas, perfazendo um total de aproximadamente 91,00kg de resíduos, objetivando uma segregação, classificação e pesagem, de acordo com o percentual de material encontrado para cada etapa construtiva. Foram consideradas quatro etapas construtivas distintas, a saber: fundação, estrutura, alvenaria e acabamento.

Para realizar o levantamento da quantidade de resíduos produzidos nas construções verticais por incorporações na cidade de João Pessoa foram coletados na Prefeitura Municipal dados relativos as áreas (em m²) licenciadas nos anos de 2005, 2006 e 2007 de uso R5 (uso residencial multifamiliar) e R6 (construções residenciais multifamiliares), segundo o código de obras do município.

Essas áreas licenciadas nesses três anos foram somadas e obteve-se, então, a média anual, em m² de edificações por incorporações construídas por ano.

Fazendo uso dos questionários respondidos pelas empresas construtoras, obteve-se a área construída de cada canteiro, em m², e uma estimativa de volume anual de resíduos produzidos em cada canteiro, em m³ (unidade de volume).

Para transformar o volume estimado de resíduos em peso, multiplicou-se esse volume (em m³) pelo peso específico do entulho, valor de 1500 kg/m³ (RESOLUÇÃO 01/2005, 2008) e obteve-se o peso da geração de resíduos anual para cada empreendimento.

Dividindo-se pelo número de meses em um ano, tem-se a geração mensal em kg/m², transformando em toneladas, obteve-se a estimativa mensal em t/m² para cada obra da produção de resíduos em construções verticais. Efetuando, então, a média aritmética desses valores, obteve-se uma estimativa, em peso, da produção de resíduos de construção em obras de construções verticais por incorporação.

Multiplicando esse valor pela média de áreas licenciadas no ano (dado já obtido com as informações fornecidas pela Prefeitura Municipal), tem-se uma produção anual de resíduos de construções verticais por incorporações.

A Figura 34 mostra, de forma mais clara, a metodologia adotada:

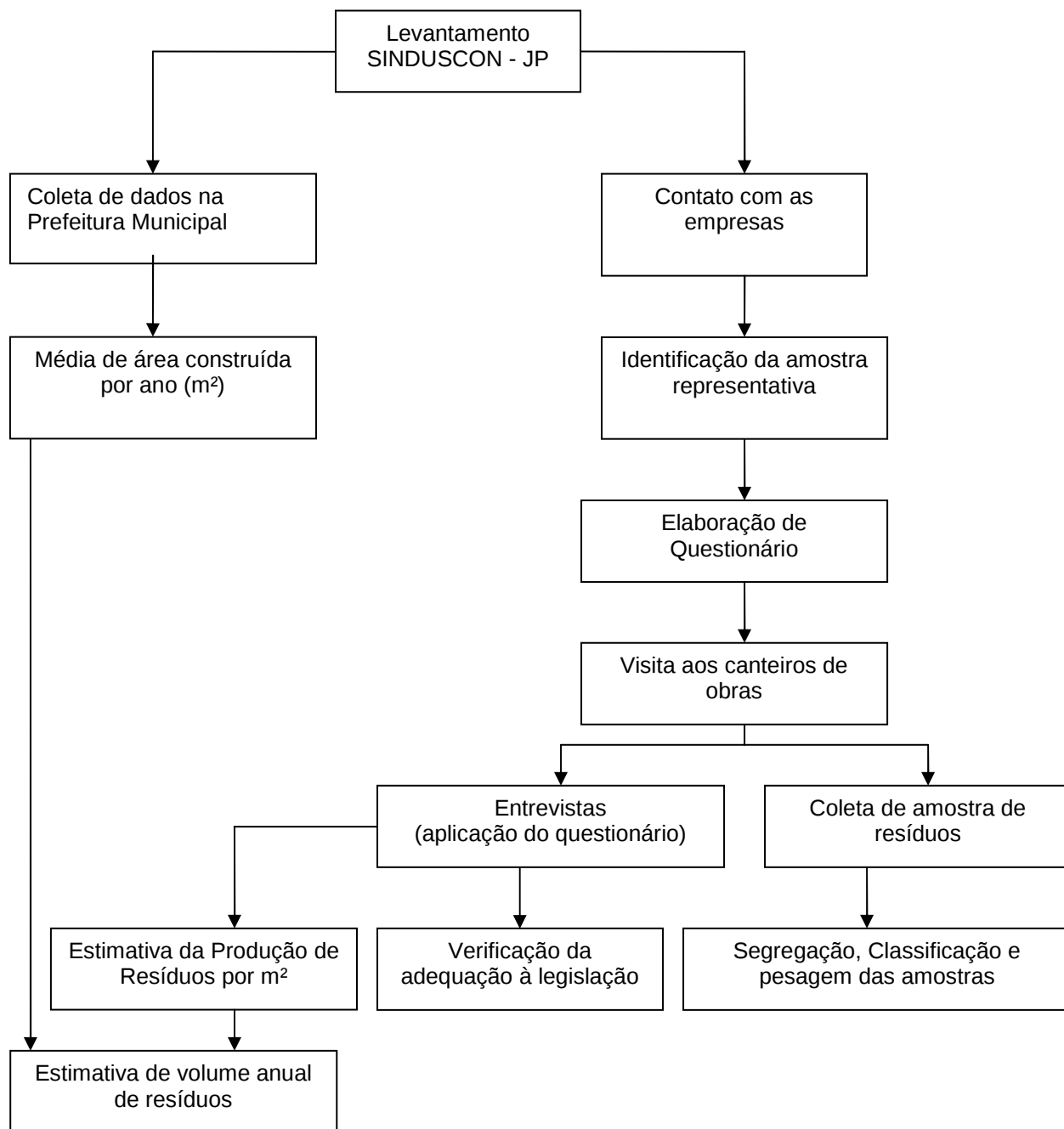


Figura 34 - Fluxograma da metodologia do presente estudo (Etapa 1)

Etapa 2:

O primeiro passo para essa outra etapa foi a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema abordado. Nessa pesquisa o foco principal foi identificar bibliografias que dessem suporte à elaboração dessa metodologia simplificada de gestão de resíduos em canteiros de obras com base na legislação em vigor.

Após a pesquisa bibliográfica foi realizado o levantamento do estado da arte, ao mesmo tempo em que toda a legislação pertinente ao assunto também foi abordada. De posse desses suportes técnicos e legais, foram realizadas análises e reflexões para, por fim, partir-se para a elaboração da metodologia simplificada de gerenciamento dos resíduos em canteiros de obras (Figura 35).

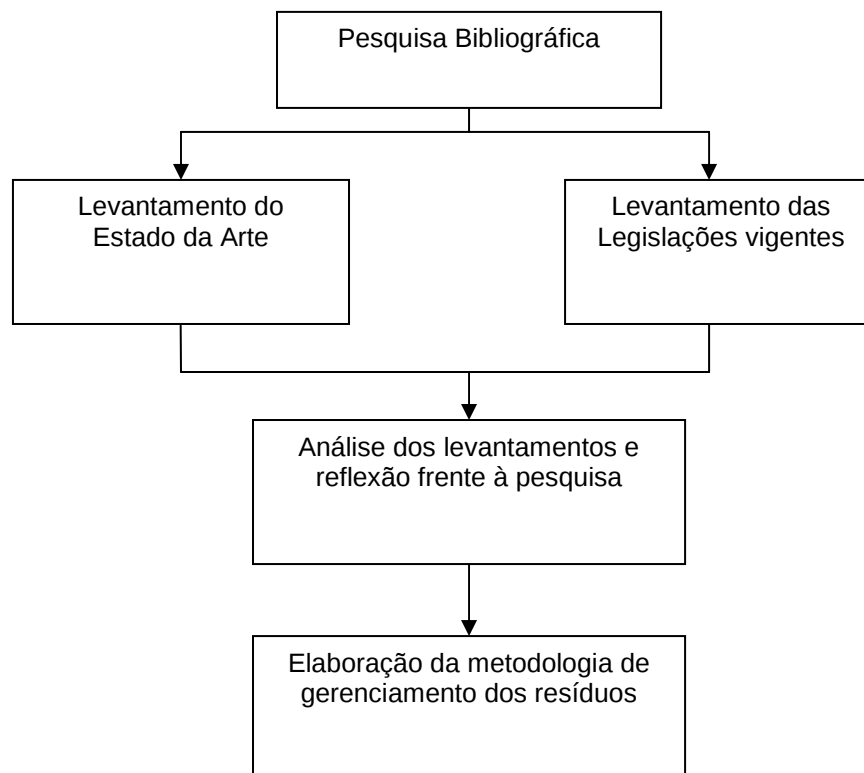


Figura 35 - Fluxograma da metodologia do presente estudo (Etapa 2)

Capítulo 5 - Análises e Discussões

Neste capítulo são abordados os resultados, assim como as análises dos mesmos, que foram obtidos a partir da pesquisa da seguinte forma:

5.1 Verificação do grau de adequação das empresas às legislações vigentes.

Através da aplicação dos questionários observou-se que:

- Das 13 empresas pesquisadas, 69,23% realizam as suas coletas de resíduos com coletores não cadastrados na Prefeitura Municipal de João Pessoa. A falta de cobrança e fiscalização dos órgãos competentes contribui para essa inércia relativa às leis e resoluções existentes, fazendo com que os empresários tomem as suas decisões tendo como base e pressuposto os seus interesses individuais em detrimento dos interesses coletivos.
- Das 13 empresas entrevistadas, 41,15% sabem o destino desses resíduos, enquanto que 58,85% das empresas entrevistadas não sabem para onde os entulhos são destinados. Todas as empresas que têm conhecimento sobre a destinação dos resíduos produzidos citam os locais de deposição e estes são locais irregulares, tais como no caminho para o aterro sanitário, terrenos não edificadas, entre outros.
- No que diz respeito ao conhecimento da existência da Resolução nº 307 do CONAMA, de 05 de julho de 2002, 69,23% das empresas não sabem o que a mesma exige.
- Quanto ao conhecimento da Lei Municipal nº 11.176, de 10 de outubro de 2007, 69,23% das empresas não sabem o que a mesma exige. O conhecimento, por parte das empresas, dessa lei municipal deve-se ao fato do recebimento de um ofício circular do SINDUSCON-JP, datado de fevereiro de 2008, apenas comunicando a existência dessa nova lei.

- Do total das empresas pesquisadas, 69,23% delas responderam que não possuem um Plano de Gerenciamento de Resíduos e que adotam ações isoladas com relação a não geração de resíduos, sua reutilização ou reciclagem, tais como: reutilizar o máximo as fôrmas de madeira; separação do resíduo de madeira e posterior venda para padarias utilizarem para queima; triagem de papel e papelão para posterior venda; e separação do aço também para posterior venda. O percentual de 30,77% das empresas que disseram possuir um Plano de Gerenciamento de Resíduos foi constatado que não se tratava especificamente de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, pois não aborda os itens que a lei exige tais como a caracterização dos resíduos, a triagem, o acondicionamento e, por fim, o transporte. Sendo assim, 100% das empresas não possuem um plano de gerenciamento para os seus resíduos como efetivamente exigido em lei.

5.2 Classificação e quantificação dos resíduos gerados nos canteiros de obras amostrados

Para a classificação e quantificação dos resíduos de construção foram coletadas amostras dos resíduos de cada canteiro visitado, em seguida foi realizada a separação desses resíduos (Figuras 36 e 37) e posteriormente a pesagem, constatando o tipo de material constante na amostra e o percentual representativo do peso de cada material.



Figura 36 - Resíduos de Construção em Processo de Separação



Figura 37 - Resíduos de Construção após a Separação

Após a separação e a pesagem da amostra para cada canteiro visitado, foi realizada uma média aritmética para cada etapa construtiva, pois se buscou obter, no mínimo, duas amostras para cada etapa.

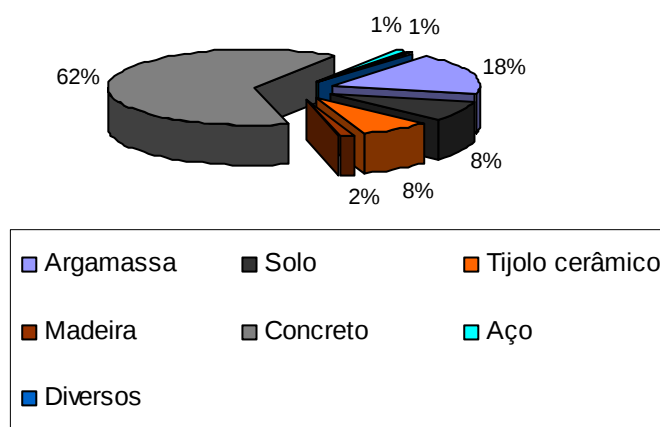


Figura 38 – Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Estruturas

A figura 38 apresenta a composição dos resíduos da etapa de estruturas, onde 62% dos resíduos são concreto. Isto pode ser ocasionado a diversos fatores, tanto na sua logística de suprimento, quanto na sua produção, a depender também se o concreto utilizado nos canteiros é de central ou produzido na própria obra. Vale enfatizar que essa etapa construtiva corresponde a pouco mais de 30% do custo total da obra. Faz-nos deduzir, dessa forma, que se os índices de perdas nessa etapa são exorbitantes, os custos dessa perda também serão, somados aos custos de remoção provenientes desses materiais.

Nesta etapa os resíduos de madeira têm uma baixa representatividade (2%), porém, isto ocorre devido à separação e comercialização desses resíduos, ou, até mesmo, sua queima dentro do canteiro com vistas à reduzir o seu volume.

Na etapa de acabamento (Figura 39), destaca-se o volume de resíduos de argamassa, que representa 44% dos resíduos da amostra. Nesta etapa, o preparo e a aplicação (no caso da argamassa) também podem ter uma influência direta nesses números, além do grau de ingerência do canteiro. O alto índice de resíduo de tijolo cerâmico e de concreto pode ser explicado pelo fato de se estar executando ao mesmo tempo as etapas de estrutura, alvenaria e acabamentos, isto é, mais de uma etapa encontra-se em execução ao mesmo tempo.

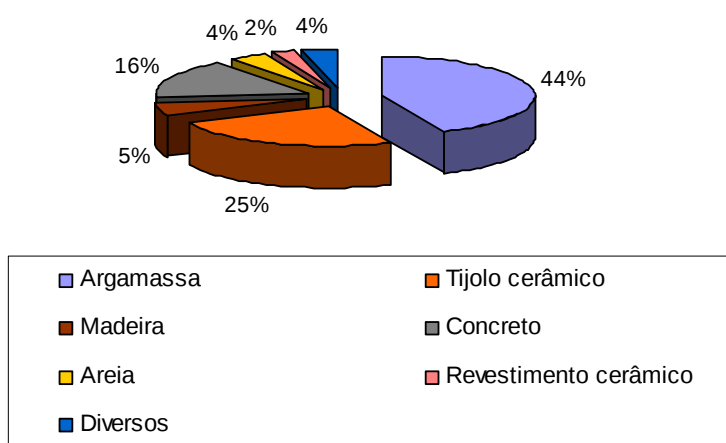


Figura 39 - Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Acabamento

Na etapa de fundação (Figura 40), seria normal que o maior percentual girasse em torno do material solo, devido às escavações que são realizadas nesta etapa. No entanto, foi constatado um grande percentual de areia lavada (35%), que pode ser ocasionado pelo mau acondicionamento deste material, havendo uma dispersão e posterior mistura com outros materiais, ocasionando o seu descarte. Outro ponto que pode confirmar essa afirmativa anterior é o fato de na amostra também há um percentual representativo de brita (16%), provavelmente, devido, também, ao seu mau acondicionamento. O fato do aparecimento de tijolo cerâmico e argamassa pode estar relacionado com a execução do alojamento para os funcionários.

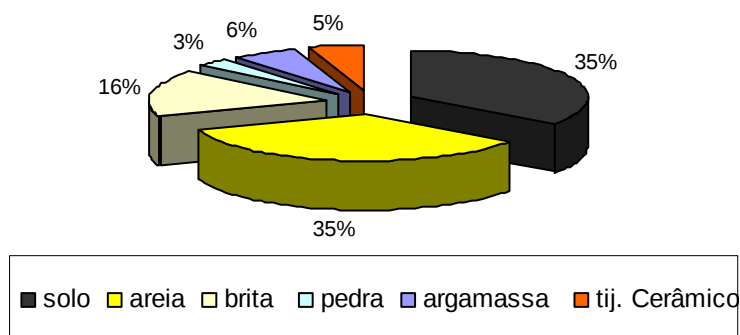


Figura 40 – Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Fundação.

Na etapa de alvenaria (Figura 41), a areia é destaque como segundo colocado em volume de resíduo da amostra. Este fato pode ser dado, também, em decorrência do acondicionamento inadequado desse tipo de material. O tijolo cerâmico é o grande campeão dos resíduos, devido, provavelmente, ao seu recebimento, transporte e armazenamento inadequado, que pode contribuir bastante para esses percentuais, assim como a execução inadequada dos processos operacionais que envolvem esses materiais. Para a argamassa, o fato provável é a produção em excesso e o não reaproveitamento das aparas que caem no chão durante a execução da alvenaria. Juntos, o tijolo cerâmico, a areia e a argamassa, perfazem um total de 93% dos resíduos para essa etapa construtiva.

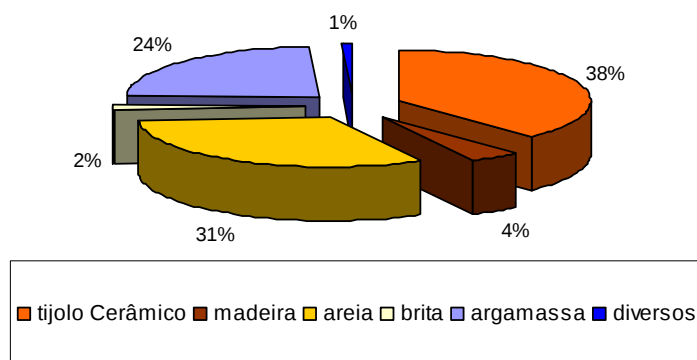


Figura 41 - Composição dos Resíduos de Construção – Etapa de Alvenaria.

Convém enfatizar que as etapas construtivas observadas podem se sobrepor, havendo uma execução simultânea, onde aparece na amostra de uma etapa específica alguns resíduos característicos de uma outra etapa.

5.3 Estimativa do volume de resíduos das construções verticais por incorporações

Para a realização da estimativa do volume de resíduos das construções verticais por incorporações, os dados advindos da Prefeitura Municipal de João Pessoa, no que se refere às áreas licenciadas nos três anos anteriores (2007, 2006 e 2005), foram somadas e tirou-se, então, a média anual que foi de 136.282,50 m². Isto é, em João Pessoa, tem-se, em média, 136.282,50 m² de áreas de construções verticais por incorporação construídos a cada ano.

A partir dos questionários respondidos pelas empresas, montou-se a Tabela 9, que mostra a área de construção de cada obra visitada para cada empresa pesquisada e sua geração anual em volume. Para transformar-se de volume para unidade de peso, multiplicou-se esse volume pelo peso específico do entulho, valor de 1500 kg/m³ (RESOLUÇÃO 01/2005), e obteve-se o peso da geração de resíduos anual para cada empreendimento. Dividiu-se para cada empresa esse peso de geração de resíduos anual pela área da sua construção, resultando em uma geração em kg/m².

Emprea	Área da construção (m ²)	Geração resíduos volume anual (m ³)	Geração de resíduos (Peso anual kg)	Geração resíduos anual (kg/m ²)
1	3.851,17	120,00	180.000,00	46,74
2	17.217,73	576,00	864.000,00	50,18
3	1.794,36	60,00	90.000,00	50,16
4	1.389,96	60,00	90.000,00	64,75
5	1.373,70	1.200,00	1.800.000,00	1.310,33
6	650,00	144,00	216.000,00	332,31
7	4.900,00	672,00	1.008.000,00	205,71
8	6.100,00	120,00	180.000,00	29,51
9	5.800,00	120,00	180.000,00	31,03
10	1.163,48	120,00	180.000,00	154,71
11	6.840	576,00	864.000,00	126,32
12	1.455,00	120,0	180.000,00	123,71
13	1.125,00	144,0	216.000,00	192,00
MÉDIA				209,03

Tabela 2 – Média de geração de resíduos anual das empresas pesquisadas

Foi realizada a soma da geração de resíduos anual em kg/m² e tirou-se a média aritmética, obtendo um valor médio de geração de resíduos de construção anual de 209,03 kg/m² (Tabela 9).

A partir daí, com a média de áreas licenciadas por ano de 136.282,50 m² e a média de geração de resíduos anual de 209,03 kg/m², pode-se chegar, através da multiplicação das médias das áreas licenciadas e a média de geração de resíduos anual e sua divisão pelo número de meses do ano, transformando em tonelada, há estimativa de uma geração de resíduos de construções verticais por incorporação de **2.373,93 t/mês.**

5.4 Descrição de metodologia simplificada para gestão dos resíduos em canteiro de obras.

Essa metodologia é composta de algumas etapas essenciais para que a legislação seja atendida e as perdas existentes durante a produção sejam minimizadas, em busca do primeiro “r” que seria a redução, com o melhor reaproveitamento do uso da matéria prima, com vistas a minimizar o consumo; a reutilização, o segundo “r”, com o reaproveitamento daquilo que está definido como perda inerente ao processo de produção; e a reciclagem dos materiais restantes os quais não puderam ser utilizados no canteiro de obras, que se configura como sendo o terceiro “r”. Em linhas gerais, essas etapas podem ser assim divididas:

5.4.1 Planejamento e implantação de ações de sensibilização

Antes da implantação de qualquer metodologia deve ser realizado um programa de sensibilização que deve constar de atividades tais como palestras, dinâmicas, sinalizações (Figuras 42 e 43), etc. A sensibilização tem como finalidade criar a conscientização da importância das atividades a serem desenvolvidas dentro da empresa.



Figura 42 – Sensibilização através de cartazes



Figura 43 – Sinalização na parede e demarcação do piso para colocação de resíduos

De início esse programa deve abranger o nível estratégico da empresa, expandindo-se para os níveis táticos e operacionais. Deve-se distribuir atividades de sensibilização no tempo, de acordo com as atividades do programa a serem desenvolvidas. Devem ser providos recursos para as atividades de sensibilização, de acordo com a complexidade que cada empresa deseja atingir.

As atividades de sensibilização devem incluir ações que apresentem os impactos ambientais provocados pela ausência do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição nas cidades. Deve, também, mostrar de que modo as leis e as novas diretrizes estabelecem um novo processo de gerenciamento integrado desses resíduos e quais são suas implicações para o setor da construção civil. Por fim, deve esclarecer quais serão as implicações no dia-a-dia das obras decorrentes da implantação de uma metodologia de gerenciamento de resíduos.

Foi elaborado um modelo de Plano de Sensibilização (apêndice 2) e um cronograma de sensibilização (apêndice 3). Esses modelos foram propostos com o intuito de atingir mais rapidamente o objetivo de sensibilização com a utilização da menor quantidade de recursos possíveis. Todas as sensibilizações devem ser registradas através de listas de treinamentos que servem como registro da implantação do programa.

5.4.2 Elaboração e implantação de ações para reduzir a geração de resíduos

Sabe-se que os problemas que geram desperdícios vêm desde a concepção dos projetos, o processo de gestão destes e seguindo durante toda a produção, até mesmo na pós entrega da obra, porém, a metodologia se diz simplificada por abordar apenas alguns problemas advindos da logística e da produção em si nos canteiros, através de ações simples de gerenciamento que trarão grandes resultados em termos de redução de desperdícios e, em consequência, de redução de resíduos. Estas ações serão concentradas na qualidade dos materiais e componentes, qualificação da mão de obra, criação de procedimentos de execução e mecanismos de controle desta execução.

Ação 1: Realização do projeto do canteiro para cada etapa construtiva.

Deve ser elaborado um *lay out* para agilizar as atividades, evitar desperdício e garantir segurança aos funcionários. Todas as interferências e barreiras devem ser identificadas, a fim de que evitem impedir a correta armazenagem e o bom fluxo de materiais, pessoas e equipamentos. Como o *layout* deve ser um documento vivo, que modifique efetivamente o canteiro em função da etapa, este deve ser realizado para as etapas de fundação e estrutura, alvenaria e instalações e, por fim, nas etapas de acabamento e fachadas.

Ação 2: Especificação e planejamento de necessidades de recursos materiais.

Deve haver um planejamento (semanal ou quinzenal) das necessidades de materiais a serem utilizados naquele intervalo de tempo de execução da obra para que não falte material, fazendo com que a produção apresente atrasos, ou evitar o imprevisto com o uso de outros materiais inadequados ao processo produtivo, ou, até mesmo, o uso de materiais sem qualidade. Por outro lado, nenhum material ou produto em processo deve chegar ao local de processamento ou montagem sem que ele seja necessário para aquele momento. Os materiais passam a chegar no canteiro mais próximos do momento da

utilização e, em vez de serem estocados temporariamente, são levados ao ponto de aplicação, evitando o excesso de transporte interno, o alto volume de estoque no canteiro, perdas excessivas e furtos.

Ação 3: Escolha dos materiais considerados críticos para a produção com vistas a serem inspecionados no momento do recebimento.

Estes materiais considerados críticos devem ser representativos dos maiores volumes de resíduos e também em termos de qualidade final do produto para evitar demolições e consequente geração de resíduos.

Ação 4: Emissão de pedidos de compra.

Os materiais a serem controlados devem ser adquiridos após a emissão de um pedido de compras, onde constará a quantidade do material pedido, a especificação para cada material (de acordo com o procedimento de especificação de materiais a ser descrito na próxima ação), o prazo de entrega, e outras informações que a empresa considerar necessária, com vistas a adquirir o produto realmente necessário à obra e de acordo com as especificações, para um posterior recebimento e aplicação adequados.

Ação 5: Elaboração de procedimentos para especificação dos materiais.

Nesses procedimentos deve constar quais são as orientações para aquisição, a determinação do que serão considerados lotes para fins de inspeção, como será realizada a verificação de recebimento e os ensaios, se necessário, para verificação da qualidade do produto, os critérios de aceitação, as orientações para transporte e armazenamento e uma ficha para inspeção daquele material no ato do recebimento.

No item correspondente às orientações para aquisição devem estar descritos o tipo do material, as dimensões ou peso do material (massa ou volume), classificação granulométrica etc. Para a determinação dos lotes de inspeção devem estar descritos qual a quantidade necessária dos materiais recebidos que deverão ser inspecionados, nos critérios de aceitação são descritos parâmetros para o recebimento ou a não aceitação dos materiais recebidos. Na orientações para transporte e armazenamento são descritos os equipamentos adequados para o transporte de cada material e a maneira como realizar o seu correto armazenamento (ver modelo no apêndice 4).

Ação 6: Recebimento, inspeção, transporte e armazenamento dos materiais.

No momento da chegada dos materiais em obra, os mesmos devem ser inspecionados para serem comparados com o pedido realizado e o procedimento de especificações de materiais descrito anteriormente, com vistas a confirmar se o material foi o mesmo do pedido e se as suas características estão de acordo com procedimentos de qualidade exigidos. Em cada procedimento deve constar como deve ser realizado o transporte e o armazenamento para estes materiais.

Ação 7: Padronização dos processos críticos.

Estes processos são considerados críticos por apresentarem grande ingerência e uma produção considerável de resíduos. Essa padronização visa reduzir a variabilidade, simplificar os processos, focalizar no processo como um todo, localizar os gargalos e comprimir os tempos de produção e evitar patamares excessivos de desperdícios. A padronização é alcançada através da elaboração de procedimentos operacionais contendo os seguintes itens a serem abordados: serviços anteriores, onde serão descritos quais os serviços precisam estar prontos para a execução deste; materiais que serão necessários para a execução do serviço; equipamentos necessários para a execução do serviço; equipamentos de segurança que devem ser utilizados para a execução; os procedimentos de execução do serviço, descritos de forma detalhada para propiciar o

entendimento de todos, e de acordo com as normas específicas e, por fim, a ficha de inspeção que conterá os itens e requisitos que deverão ser inspecionados, seus parâmetros e sua aprovação ou reprovação. Ver modelo no apêndice 5.

5.4.3 Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos para o canteiro de obras

Para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos para o canteiro de obras, há a necessidade do registro de algumas informações básicas, tais como a identificação do empreendedor (razão social, CNPJ, endereço, responsável legal) e informações do empreendimento (nome da obra; endereço completo, seu responsável técnico, com seus respectivos contatos).

Após o registro das informações básicas, há a necessidade de caracterização do empreendimento através da descrição dos seus sistemas construtivos, a estimativa da geração de resíduos, bem como a classificação destes, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 307/02 e da Lei N°11.176 de 2007.

Outras categorias de resíduos eventualmente gerados no empreendimento, tais como ambulatorios, refeitórios e sanitários, também deverão estar discriminados no Plano de Gerenciamento de Resíduos (apêndice 6).

A segregação dos resíduos será realizada apenas em parte destes (os resíduos de classe A e B não serão completamente segregados), pois existe a Usina de Beneficiamento que também funciona como área de transbordo e triagem já que recebe o material e realiza essa separação em classes. Os materiais que serão segregados são aqueles que, de alguma forma, pode-se utilizá-los novamente no sistema produtivo antes de descartá-los. Segrega-se também alguns materiais, tais como o gesso e as latas de tinta, para não contaminar os demais resíduos que serão recolhidos e beneficiados na Usina de Beneficiamento (USIBEN).

Os responsáveis pela segregação devem ser os funcionários das frentes de trabalho que devem ser treinados no procedimento padronizado de execução de serviços elaborados pela empresa, onde existe a condição de que o serviço só é considerado concluído quando a limpeza final do seu local de trabalho é executada.

O programa deve descrever os procedimentos a serem adotados para acondicionamento dos resíduos sólidos, por classe/tipo, de forma a garantir a integridade dos materiais. Este acondicionamento será adotado em duas fases para alguns resíduos, uma próxima da frente de trabalho e outra próxima do recolhimento para transporte da obra. Porém, em alguns casos tais como o de resíduos de terraplenagem, esse acondicionamento intermediário é inviável pelo grande volume, então, este deve ser prontamente retirado no momento da sua geração.

Os resíduos inicialmente acondicionados no próprio local onde são gerados devem ser dispostos em recipiente aberto e resistente, devem ser colocados adesivos de sinalização e marcação do piso para armazenamento temporário de alguns resíduos (Figuras 44 e 45). Esse acondicionamento inicial pode ser realizado de forma bastante simplificada, a exemplo da utilização dos próprios sacos de cimento para o acondicionamento de resíduos classe A e B, os sacos de gesso também utilizados para acondicionar o próprio resíduo proveniente do gesso (Figuras 46 e 47), e recipientes que podem se constituir de um material simples e abundante na obra a exemplo da chapa de madeira compensada. Internamente os recipientes podem conter um saco de ráfia adequado ao seu tamanho, facilitando a disposição dos resíduos e a coleta para destinação final. Os recipientes para resíduos orgânicos devem possuir tampa e ser usados com sacos de lixo apropriados (Figura 48).



Figura 44 - Bombonas para acondicionamento inicial dos resíduos



Figura 45 - Caixas de madeira compensada para acondicionamento inicial dos resíduos



Figura 46 – Resíduo de gesso armazenado inicialmente nos próprios sacos da embalagem original.



Figura 47 – Resíduo armazenado inicialmente em sacos de cimento



Figura 48- Recipiente para depósito de resíduos orgânicos

Para a realização do acondicionamento final, as baias podem ser utilizadas para os resíduos que devem ser armazenados para reaproveitamento, ou seu posterior recolhimento por caminhão (Figura 49). Deve-se estar atento à escolha do local dessas baias para propiciar acesso fácil aos caminhões que irão recolher os resíduos. O número de baias, assim o como tipo e as suas dimensões, devem ser determinados de acordo com a necessidade de utilização de cada obra e a frequência de retirada do resíduo. Deve-se ter cuidado para o acondicionamento não ultrapassar sua capacidade planejada (Figura 51).



Figura 49 – Baias para acondicionamento dos resíduos em canteiros



Figura 50 – Capacidade de acondicionamento ultrapassada

Para obras que realizarem o seu recolhimento com caçambas estacionárias, este acondicionamento final deve ser realizado diretamente nestas caçambas. Este acondicionamento deve garantir que os resíduos continuem segregados.

A destinação final dos resíduos, isto é, o seu depósito final, deve também ser controlado pela empresa para garantir que serão utilizados os equipamentos de transporte e locais de destinação autorizados pelo município e demais dispositivos que regulamentam as questões ambientais. O profissional responsável pela obra deve indicar ao transportador o local da destinação e exigir, em contrapartida ao pagamento do transporte, a entrega de uma via do documento denominado de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) (apêndice 7) com carimbo que comprove a entrega do material em local correto. Esse documento deve ser impresso em três vias, assim distribuídas: uma para o gerador, uma para o transportador e uma para o destinatário. A via do gerador deve ser guardada no local da geração do resíduo.

5.4.4 Monitoramento do Plano de Gerenciamento de Resíduos para o canteiro de obras

Após a etapa da implantação deve ser realizado um monitoramento mensal. Nesse monitoramento devem ser avaliados: a limpeza nos pavimentos, a segregação dos resíduos no acondicionamento inicial, a segregação dos resíduos no acondicionamento

final e a destinação compromissada dos resíduos (controle para o destino dos resíduos fora dos canteiros). A avaliação deverá ser realizada através de um *checklist* elaborado (apêndice 8).

5.5 Recomendações

Para um melhor desenvolvimento e aperfeiçoamento da metodologia, é aconselhável seguir algumas recomendações, tais como:

- Manter o canteiro sempre limpo mostra as falhas nos métodos construtivos, podendo a construtora identificar melhor os pontos fracos desses métodos em relação ao desperdício e à geração de resíduos, padronizando, treinando e acompanhando o processo para a redução desses desperdícios.
- Colocar a caçamba estacionária para dentro do canteiro de obra evita o uso indevido pelos vizinhos do empreendimento para deposição de resíduos domiciliares dentro da mesma, prática essa bastante comum, que torna o resíduo contaminado.
- Após a implantação da metodologia, deve-se avaliar os custos e os benefícios advindos desta, medidos através da quantificação dos resíduos que deixaram de ser retirados do canteiro através de caçambas. Essa medida pode ser obtida através da diferença entre o volume de resíduos previsto e o efetivamente retirado da obra, que deve ser controlado com as CTR.
- No ato da implantação a metodologia deverá ser aperfeiçoada e adaptada para cada empresa de forma a se adequar da melhor maneira com vistas à desenvolver-se de acordo com as particularidades e limitações de cada empresa implantada.

- Para uma melhor evolução no gerenciamento da empresa e a busca contínua da eficiência e eficácia, recomenda-se que os procedimentos de especificações de materiais e os procedimentos operacionais se estendam para todos os materiais e serviços de grande relevância para a obra.
- O poder público precisa adotar um trabalho de sensibilização contínuo para o setor privado, com a adoção das medidas necessárias à adequada gestão dos resíduos de construção e demolição. Após a sensibilização, as ações devem ser cobradas, fiscalizadas e efetivamente penalizadas pelo seu não atendimento.

Capítulo 6 - Conclusões

6.1 Conclusões Gerais

Do exposto anteriormente, pode-se concluir que:

- Através das visitas e entrevistas realizadas nas empresas, pode-se perceber que apesar da maioria das empresas possuírem conhecimento da existência tanto da Resolução CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002, bem como da Lei Municipal Nº 11.176 de 10 de outubro de 2007, as mesmas não atendem ao disposto nessas regulamentações.
- As ações isoladas adotadas pelas empresas não são suficientes e capazes de atenuar os diversos problemas causados na geração dos resíduos de construção e eliminar os impactos ambientais decorrentes.
- A conscientização e fiscalização proposta pelo poder público municipal em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos não é eficiente, assim como alguns requisitos fundamentais para a sua devida implantação, como, por exemplo, a exigência de apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição por parte das empresas construtoras como requisito para a obtenção do alvará de construção que não estão sendo exigidos. Devido a estes fatos, pode-se concluir que apesar do Plano de Gerenciamento do Município de João Pessoa ter sido realizado no ano de 2007, os princípios e ações que o mesmo fundamenta e apresenta em seu texto não condizem com a realidade vivenciada na prática.
- A consequência, do que foi citado anteriormente, é que ainda não houve uma alteração significativa na gestão dos resíduos de construção e demolição do município, como também não houve uma mobilização por parte das empresas de construção civil em busca do gerenciamento dos resíduos em canteiros de obras com a devida redução, reutilização e reciclagem destes.

- De acordo com a determinação da composição dos resíduos gerados em canteiros de obras, observou-se que estas dependem não somente do método construtivo empregado, mas também da etapa construtiva da obra e das atividades em desenvolvimento no canteiro. Pode-se afirmar que grande percentual desses resíduos é formada por materiais potencialmente recicláveis, tais como concreto, argamassa, tijolo cerâmico, o que representa um aspecto bastante positivo para a sua gestão.
- A quantidade de resíduos gerada por este tipo de edificação corresponde a 64,59% de todos os resíduos gerados pelas construções novas no município, segundo dados constantes no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição do Município de João Pessoa, mostrando a importância fundamental da realização de um Plano de Gerenciamento de Resíduos para as empresas construtoras, com vistas a reduzir, reutilizar e reciclar esses resíduos. Essa quantidade de resíduo, assim como a sua composição e os tipos de materiais predominantes e disponíveis na região, fornece um parâmetro para concluir que o nível de desenvolvimento da indústria local não é satisfatório.
- A adoção do Modelo Simplificado de Gestão dos Resíduos proposto neste trabalho pode trazer inúmeros benefícios para as empresas, como também para a sociedade e o meio ambiente. São ações simples que trarão, entre outros benefícios, a redução da utilização de matéria prima e o seu melhor reaproveitamento, o atendimento às legislações vigentes, o canteiro de obra visivelmente mais limpo e, principalmente, a redução dos custos, tanto advindos da realização dos mesmos serviços com a utilização de menos insumos, quanto com a economia com os custos de remoção.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426**: Planos de Amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5427**: Guia para utilização da norma NBR 5426: Planos de Amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.. Rio de Janeiro, 2005.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade (coord.). **Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais**: reciclagem e disposição final./ Rio de Janeiro: RIMA, ABES, 2001. p. 13-14, 32-38.

CARNEIRO, Fabiana Padilha. **Diagnóstico e Ações da Atual Situação dos Resíduos de Construção e Demolição na Cidade do Recife**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba, 131p, 2005.

CÓDIGO DE URBANISMO DE JOÃO PESSOA. Disponível em http://www.joaopessoa.pb.gov.br/legislacao/seplan/codi_urba.pdf acesso em 22 abril 2008.

CÓDIGO DE POSTURAS DE JOÃO PESSOA, Lei Complementar nº 07 de Agosto de 1995. Disponível em <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/legislacao/seplan/codposturas.pdf> acesso em 07 janeiro 2009.

CÓDIGO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, Lei complementar de 29 de agosto de 2002. Disponível em http://www.joaopessoa.pb.gov.br/legislacao/meioambiente/codi_meio_ambi.pdf, acesso em 08 de janeiro de 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

EDUFBA (2001). **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção – PROJETO ENTULHO BOM.** EDUFBA, Salvador, 312p.

FORMOSO, Carlos Torres; INO, Akemi. **Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional.** Porto Alegre, 2003. Coletânea Habitare ANTAC. Vol 2. 480p.

JOÃO PESSOA PREFEITURA. **Lei nº 11.176, de 10 de outubro de 2007.** Publicado no DOM de 10 de outubro de 2007.

JORNAL A UNIÃO, de 11 de abril de 2008, disponível em http://www.auniao.pb.gov.br/v2/index.php?option=com_content&task=view&id=14756&Itemid=74, acesso em 10 de Junho de 2008.

JORNAL CORREIO DA PARAÍBA, domingo, 15 de julho de 2008 pág.E5 – economia.

LEITÃO, Carla Renata Silva, et al. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil: uma pesquisa nas empresas construtoras de edifícios do estado da Paraíba.** XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 7 a 9 de Novembro de 2005.

LINS, Cecília Maria Mota, *et al*– **Resíduos Sólidos: Projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento, nível 2**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.) – RECESA salvador, 2008.113p.

MEIRA, Alessandra Rocha, *et. al*. **Modelo para Avaliação do Desempenho do Sistema de Gestão para Resíduos, com Base em Soluções Propostas para o Caso de João Pessoa – PB**. Holos, Ano 23, maio/2007.

MOREIRA, Eduardo Henrique (coord.); JÚNIOR, Nelson Boechat Cunha (coord.). **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, 3ª edição**. Sinduscon – MG, Belo Horizonte, 2008.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a Coleta e Análise de Informações sobre Consumos e Perdas de Materiais e Componentes nos Canteiros de Obras de Edifícios**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 473p. 1999.

PINTO, Tarcísio de Paulo. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo,1999. **Tese (doutorado)** - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189p.

PINTO, Tarcísio de Paulo; GONZÁLEZ, Juan Luís Rodrigo. **Guia Profissional para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção**. São Paulo: CREA-SP. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.

PINTO, Tarcísio de Paula (coord.)./ Tarcísio de Paulo Pinto, Coordenador – São Paulo: **Obra Limpa: I&T**: Sinduscon – SP, 2005 – (Publicação Sinduscon – SP)

PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB. Prefeitura Municipal de João Pessoa, agosto 2007.

PROJETO DESENTULHO – **Projeto Desentulho para a Cidade de Maceió – Relatório Final.**

Contrato celebrado entre o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE/Alagoas) e a Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa (FUNDEPES) executado pela universidade Federal de Alagoas (UFAL), 2005, 139p.

PUCCI, Ricardo Basile. **Logística de Resíduos da Construção Civil Atendendo à Resolução CONAMA 307.** Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2006. 137p.

RESOLUÇÃO 01/2005 – Prefeitura municipal de Niterói. Disponível em http://www.clin.rj.gov.br/site/resolucao_01_2005.pdf acesso em 22 abril 2008.

REVISTA CENÁRIOS, Metas em Construção. Informe Técnico: **Lean Construction Propõe novo Paradigma para a Construção Civil.** Sinduscon – DF. Número 18. Ano III – Novembro/Dezembro 2008. Disponível em <http://www.sinduscondf.org.br/> , acesso em 20 de fevereiro de 2009.

REVISTA TÈCHNE. **Layout correto torna obra mais produtiva e segura.** Edição 82 Fevereiro 2004. Disponível em <http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/layout-correto-torna-obra-mais-produtiva-e-segura-79892-1.asp> acesso em 27 fevereiro 2009.

REVISTA TÈCHNE. **Materiais: Desperdício Mínimo.** Edição 143. Fevereiro 2009. Disponível em <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/113/artigo31830-1.asp> acesso em 28 fevereiro 2009.

SCHEN, L.Y.; TAM, Vivian W.Y. **Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry.** Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, 13 July 2001.

SCHENINI, P.C.; BAGNAT, A.M.Z.; CARDOSO, A.C.F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis. 2004.

SIAC – **Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil. Referencial Normativo Nível “A”**. Governo Federal – Brasília - Ministério das Cidades, 2005. 23p.

SILVA, Fred Borges da. **Conceitos e diretrizes para Gestão da Logística no Processo de Produção de Edifícios**. São Paulo, 2000. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 223p.

SISINNO, Cristina Lúcia Silveira (org.). **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar**./Organizado por Cristina Lúcia Silveira Sisinho e Rosália Maria de Oliveira. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p.19-21, 59-60, 99-109.

SOUZA, Paula Cristyan de Medeiros. **Gestão de resíduos da construção civil em canteiros de obras de edifícios multipiso na cidade de Recife/PE**. João Pessoa, 2007. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana –PPGEU.Universidade Federal da Paraíba, 147p.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes, et.al. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004.

TAM, Vivian W.Y. **On The Effectiveness in Implementing a Waste-management-plan Method in Construction**. Griffith School of Engineering, Griffith University, PMB 50 Gold Coast Mail Centre, QLD 9726, Australia, june 2007.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001.690p.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em [.http://pt.wikipedia.org/wiki/João_pessoa](http://pt.wikipedia.org/wiki/João_pessoa), acesso em 04 de janeiro de 2009 a.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Jo%C3%A3o_pessoa_\(para%C3%ADba\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Jo%C3%A3o_pessoa_(para%C3%ADba)), acesso em 18 fevereiro de 2009 b.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar** – 4ª Ed – São Paulo: Pini: Sinduscon – SP, 2002.690p.

Apêndice 1

Questionário sobre os resíduos de construção Empresas construtoras

Apêndice 1

QUESTIONÁRIO SOBRE OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO EMPRESAS CONSTRUTORAS

EMPRESA: _____

OBRA VISITADA: _____

ENDEREÇO DA OBRA: _____

ENTREVISTADO: _____

CARGO OCUPANTE NA EMPRESA: _____

1. Tipo de obra e área total de construção (m²):
_____.
2. Em que estágio a obra se encontra?

_____.
3. Há uma ou mais empresa fazendo a coleta dos resíduos de construção? Quais são?

_____.
4. Como e quanto é cobrado para recolhimento do resíduo de construção?

_____.
5. Em média quanto de resíduo é coletado?

_____.
6. Vocês saberiam informar para onde é encaminhado esse resíduo?

_____.
7. O que vocês acham a respeito da implantação de usinas de reciclagem dos resíduos?

_____.
8. A empresa tem conhecimento da resolução nº 307 do CONAMA que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil?
_____.

9. A empresa tem conhecimento que no município há uma lei que institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição?

_____.

10. A empresa tem conhecimento que no município há um plano de gerenciamento de resíduos ?

_____.

11. A empresa tem um plano de gerenciamento de resíduos para a obra em questão?

_____.

12. A empresa adota algumas ações isoladas com relação a não geração de resíduos, a sua correta disposição ou a sua reutilização e/ou reciclagem?Quais?

_____.

Observações:

_____.

Apêndice 2

Modelo para Plano de Sensibilização

AÇÃO 1	Palestra de sensibilização
---------------	-----------------------------------

Quando (periodicidade e duração): A cada 02 meses	Quem fará (responsável pela ação): Pode ser realizado por um palestrante externo ou pela gerência da empresa.
Onde será feito Na obra, porém com a presença de todos da empresa, inclusive os terceirizados.	Como será feito: 1 - Mostrar a situação atual dos resíduos, como são tratados e quais os prejuízos que causa ao meio ambiente. 2 – Apresentar, de forma geral, a Resolução nº 307 do CONAMA e a Lei Municipal para gerenciamento, mostrando as suas exigências e suas possíveis penalidades.
Custos e recursos necessários: Palestrante Aluguel de data show Aluguel de cadeiras para os funcionários Lanche para confraternização Custo de R\$ (previsto inicialmente).	

AÇÃO 2	Apresentação do Plano de Gestão de Resíduos
---------------	--

Quando (periodicidade e duração): Logo após a palestra inicial de sensibilização.	Quem fará (responsável pela ação): Gerência da Empresa
Onde será feito Na obra, porém com a presença de todos da empresa, inclusive os terceirizados.	Como será feito Seria abordado como o Plano de Gestão de Resíduos que será implementado na obra, a importância do comprometimento de todos, os benefícios no ambiente de trabalho e as penalidades que poderão existir caso a Gestão dos Resíduos não ocorra de forma adequada
Custos e recursos necessários: Aluguel de data show Aluguel de cadeiras para os funcionários Lanche para confraternização Custo de R\$ (previsto inicialmente).	

AÇÃO 3	Sinalização da Obra
---------------	----------------------------

Quando (periodicidade e duração): Permanente	Quem fará (responsável pela ação): Qualquer funcionário envolvido com o projeto.
Onde será feito Em toda a obra, incluindo os locais de produção, de descanso, para refeições, estoques e escritório.	Como será feito Serão elaboradas mensagens, de preferência figurativas, disseminando a importância do gerenciamento dos resíduos, a exemplo: mantenha seu local de trabalho limpo, deposite o lixo no recipiente adequado e etc.
Custos e recursos necessários: Material para confecção das placas de sinalização. Custo de R\$ (previsto inicialmente).	

AÇÃO 4	<i>Caixa de sugestões</i>
---------------	----------------------------------

Quando (periodicidade e duração): Em exposição permanente.	Quem fará (responsável pela ação): Gerência da empresa
Onde será feito Na obra.	Como será feito Será colocada em local de acesso a todos, onde serão depositadas sugestões e ou reclamações a respeito do programa, com a finalidade de servir de elo de comunicação da gerência e os funcionários. Esta caixa será aberta mensalmente e as questões relevantes serão discutidas com a direção e até mesmo os demais funcionários.
Custos e recursos necessários: Material para confecção da caixa de sugestão. Custo de R\$ (previsto inicialmente).	

Apêndice 3

Modelo para Cronograma das Ações / Estratégias de Sensibilização

Ação	Responsável		Mês				
			01	02	03	04	05
		P					
		R					
		P					
		R					
		P					
		R					
		P					
		R					

Apêndice 4

Modelo para Elaboração de Procedimento de Especificação de Materiais

Logomarca da empresa	Procedimento de Especificação de Material N° _____.	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____
Material:		

Obs. Este procedimento deve ser desenvolvido tendo como parâmetros as Normas Brasileiras (NBR) e as considerações dos fabricantes, bem como as boas práticas adotadas nos canteiros.

1. Orientações para Aquisição;

2. Determinação dos Lotes;

3. Verificação de Recebimento e Ensaios;

4. Critérios de Aceitação;

5. Orientações para Transporte e Armazenamento;

6. Ficha de Inspeção.

Apêndice 5

Modelo para Elaboração de Procedimento Operacional

Logomarca da empresa	Procedimento Operacional Nº _____.	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____
Serviço:		

Obs. Este procedimento deve ser desenvolvido tendo como parâmetros as Normas Brasileiras (NBR), bem como as boas práticas adotadas nos canteiros.

1. Serviços anteriores.

2. Materiais necessários

3. Equipamentos;

4. Equipamentos de segurança;

5. Procedimentos de execução;

6. Ficha de Inspeção.

Apêndice 6

Modelo para Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos

Logomarca da empresa	Plano de Gerenciamento de Resíduos	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Logomarca da empresa	Plano de Gerenciamento de Resíduos	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____

1. Informações Gerais:

Razão social: _____.

CNPJ: _____.

Endereço Empresa: _____.

Responsável Legal: _____.

2. Informações Básicas do Empreendimento:

Obra: _____.

Endereço completo da obra: _____.

Responsável Técnico: _____.

Endereço: _____ CREA: _____.

Telefone: _____ . Email: _____.

3. Caracterização dos Sistemas Construtivos:

Fundações/ Arrimos:

Estruturas:

Alvenarias:

Logomarca da empresa	Plano de Gerenciamento de Resíduos	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____

Instalações:

Acabamentos:

4. Previsão de geração de resíduos:

Área total do terreno em m²: _____.

Área de projeção da construção (m²): _____.

Área total construída (m²): _____.

Previsão de geração de resíduos (m³): _____.

5. Caracterização dos resíduos sólidos gerados:

Classe A:

- ☐ solos provenientes de terraplanagem;
- ☐ componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.);
- ☐ argamassa;
- ☐ concreto;
- ☐ fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto;
- ☐ pavimentação e de outras obras de infra-estrutura.

Classe B:

- ☐ plásticos;
- ☐ papel/papelão;
- ☐ metais;
- ☐ vidros;
- ☐ madeiras;
- ☐ outros. Citar aqui quais são: _____.

Logomarca da empresa	Plano de Gerenciamento de Resíduos	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____

Classe C:

- ☐ gesso.

Classe D:

- ☐ tintas;
- ☐ solventes;
- ☐ óleos;
- ☐ outros. Citar aqui quais são:_____.
- ☐ contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Citar aqui quais são:_____.
- ☐ telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. Citar aqui quais são_____.

Demais resíduos:

- ☐ ambulatorios;
- ☐ refeitórios;
- ☐ sanitários.

6. Acondicionamento inicial e final.

Classe A e B:

➤ De forma geral:

- ☐ Acondicionamento inicial em pilhas ou ensacados no chão demarcado em cada pavimento da geração, sinalizados e próximas ao local do transporte interno;
- ☐ Acondicionamento final em baia existente próxima ao local de carregamento do caminhão; ou
- ☐ Acondicionamento final em caçambas estacionárias para posterior remoção.

➤ Serragem:

- ☐ Acondicionamento inicial em recipiente sinalizado e com saco de ráfia na carpintaria;
- ☐ Acondicionamento final em sacos de ráfia na baia destinada a madeira.

Logomarca da empresa	Plano de Gerenciamento de Resíduos	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____

➤ Metal:

- o Acondicionamento inicial em recipiente sinalizado, com saco de rafia e disposto no local de montagem das armações e no local de corte dos ferros.
- o Acondicionamento final em baia existente.

➤ Madeira (grandes volumes):

- o Acondicionamento inicial em pilhas no chão demarcado no pavimento da geração, sinalizados e próximos ao local do transporte interno;
- o Acondicionamento final em baia existente próxima ao local de carregamento do caminhão;

Classe C:

➤ gesso:

- o Armazenamento inicial em sacos junto às frentes de serviço.
- o Armazenamento final nos sacos em locais próximos as baias dos demais resíduos.

Classe D:

➤ latas de tintas:

- o Acondicionamento inicial próximos ao local do transporte interno;
- o Acondicionamento final em locais próximos as baias dos demais resíduos.

Para os demais resíduos:

- o Acondicionamento inicial em recipientes revestidos com sacos de lixo.
- o Acondicionamento final em sacos de lixo para coleta pública.

Observações:

Apêndice 7

Modelo para Controle de Transporte de Resíduos

Logomarca da empresa	MODELO DE CTR	Páginas: ____ de ____ Data: ____/____/____

1. Identificação do transportador:

Nome ou razão social: _____.

Endereço: _____. Fone: _____.

Nome do condutor: _____.

Placa do veículo: _____. Cadastro Municipal: _____.

2. Identificação do gerador:

Nome ou razão social: _____.

Endereço: _____. Fone: _____.

Endereço da retirada: _____.

3. Identificação da área receptora:

Nome ou razão social: _____.

Endereço: _____. Fone: _____.

Número da licença de funcionamento: _____.

4. Caracterização dos Resíduos:

Volume transportado (m³): _____.

Composição dos resíduos:

- ☐ solos provenientes de terraplanagem;
- ☐ componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.);
- ☐ argamassa / concreto;
- ☐ fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto;
- ☐ pavimentação e de outras obras de infra-estrutura
- ☐ plásticos/ papel/ papelão
- ☐ metais/ vidros/ madeiras;
- ☐ gesso
- ☐ tintas/ solventes/ óleos
- ☐ outros. Citar aqui quais são: _____.
- ☐ contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Citar aqui quais são: _____.
- ☐ telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. Citar aqui quais são: _____.

5. Responsáveis:

Visto do condutor do veículo: _____.

Visto do gerador: _____.

Carimbo e visto do receptor:

Apêndice 8

Modelo para Checklist de Monitoramento

Logomarca da empresa	Checklist de Monitoramento	Data da Avaliação ____/____/____

1. Ações de sensibilização.

1.1 - O Plano/cronograma de sensibilização da empresa está sendo seguido?

1.2 - Existem registros da realização da sensibilização? Quais?

2. Ações para redução da geração de resíduos

2.1 - Foi realizado o projeto do canteiro para a fase em que este se encontra? Este projeto corresponde à situação atual da obra?

2.2 - Está sendo realizado o planejamento semanal/quinzenal das necessidades de materiais a serem utilizados naquele intervalo de tempo de execução da obra?

2.3 - Foram realizados pedidos de compra para os materiais considerados críticos?

2.4 - No ato do recebimento do material estão sendo realizadas as inspeções e preenchidas de forma correta as fichas de inspeção?

2.5 - O transporte e armazenamento desses materiais estão sendo realizados conforme os procedimentos de especificação de materiais?

Logomarca da empresa	Checklist de Monitoramento	Data da Avaliação ____/____/____

2.6 - Foram realizados procedimentos operacionais para execução dos serviços?

2.7 - No ato da realização dos serviços estão sendo realizadas as inspeções e preenchidas de forma correta as fichas de inspeção?

3. Limpeza e organização do canteiro:

3.1 - Algum resíduo está disposto inadequadamente? Caso sua resposta seja positiva descreva o problema.

4. Segregação dos resíduos:

4.1 - O acondicionamento inicial está realizado de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Obra?

4.2 – O acondicionamento final está realizado de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Obra?

5. Destinação compromissada e registrada:

5.1 – Qual empresa coletora realiza a remoção dos resíduos? Ela está cadastrada na ENLUR?

Logomarca da empresa	Checklist de Monitoramento	Data da Avaliação ____/____/____

5.2 - Qual o volume de resíduos removidos?

5.3 - Quantas CTRs foram emitidas?

5.4 - Volume de resíduos removidos confere com o volume descrito nas CTRs?

Observações:
