

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

GUSTAVO STAUDT RODRIGUEZ DE ALMEIDA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO
CIVIL: UM ESTUDO DE CASO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2014

GUSTAVO STAUDT RODRIGUEZ DE ALMEIDA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO
CIVIL: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof Ma Carine Cristiane Machado Urbim Pasa

MEDIANEIRA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Coordenação de Engenharia de Produção
Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

Gerenciamento de Resíduos no Setor da Construção Civil: Um Estudo de Caso

Por

Gustavo Staudt Rodriguez de Almeida

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 24 de Julho de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Ma Carine Cristiane Machado Urbim Pasa
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientador)

Prof Me. Neron Alipio Cortes Berghauser
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Me. Carlos Laercio Wrasse
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico esse Trabalho aos meus pais Wilson e Magda, pelo ensino da importância do estudo e por não medir esforços no incentivo do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família por me incentivar a seguir meu sonho de ser engenheiro.

Aos meus irmãos Tiago e Fernando por alegrarem minha vida e me ajudarem sempre que precisei.

Agradeço principalmente a minha namorada Gabriela pelo apoio e incentivo para continuar, também pela compreensão durante os momentos difíceis.

Agradeço a Prof Ma Carine Cristiane Machado Urbim Pasa pela importante orientação e bons conselhos sugeridos durante a realização do trabalho.

Agradeço também a todos os professores me lecionaram durante minha vida acadêmica pelos conhecimentos compartilhados.

Gostaria de agradecer a todos os amigos que puderam me proporcionar momentos de alegria durante o período de faculdade.

Agradeço o Engenheiro Marcelo pela oportunidade de trabalho.

Agradeço a ambas as empresas que possibilitaram a realização do estudo de caso, à construtora principalmente, pois disponibilizou recursos tanto monetários como humanos.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, Jair, Sebastião, João, Mario e Eliseu pelas experiências compartilhadas e ao Engenheiro Carlos pela paciência no período em que estive na empresa.

Finalmente gostaria de agradecer por todos que estiveram presentes na minha vida torcendo por meu sucesso.

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios,
por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente,
antes que a cortina se feche e a peça termine
sem aplausos”

(Charles Chaplin)

RESUMO

ALMEIDA, Gustavo S. R. de, **Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Construção Civil**: Um estudo de caso. 2014. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção). – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

A construção civil é considerada um importante indicador de desenvolvimento, sendo responsável por benefícios sócio econômicos, gerando emprego e injetando dinheiro na economia da região onde está situada. Porém a execução de obras também é responsável por grande consumo de recursos e geração de uma enorme quantia de resíduos que geralmente causam danos ambientais. Este trabalho propõe o estudo do canteiro de obra de uma ampliação industrial e a partir da adaptação de um manual de gerenciamento de resíduos, para elaborar um diagnóstico que explique a situação dos materiais de construção e os resíduos gerados pelos processos produtivos da construtora contratada. Para a coleta de dados foram utilizados dois métodos, os dados qualitativos foram obtidos por questionários aplicados somente aos encarregados envolvidos na execução do projeto, já os dados quantitativos foram colhidos pela observação direta dos processos construtivos. Os resultados obtidos mostram que as principais causas da geração de resíduos têm como principal motivos, a falta de planejamento no momento da execução do projeto, o descuido e falta de qualidade da mão de obra e a necessidade de acelerar as atividades para cumprir as metas. O estudo mostrou que embora os métodos utilizados na execução ocasionem uma grande geração de resíduos, a destinação destes é feita de modo a não gerar grande impacto ao meio ambiente.

Palavras-chave: Manual Gerenciamento de Resíduos. Obra Industrial. Indústria da Construção Civil.

ABSTRACT

ALMEIDA, Gustavo S. R. de **Waste Management in Civil Construction: a case study**. 2014. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia De Produção). – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Medianeira, 2014.

The building work is considered an important indicator of development, this sector is responsible for socioeconomic benefits, bringing jobs opportunities and pumping money into the region where it is present, however the execution of construction works is also responsible for large consumption of resources and generation of a huge amount of waste that often causes environmental damage. This work proposes the study of the construction site of an industrial expansion and, from the adaptation of a waste management manual, make a diagnosis that explains the situation of construction materials and the waste generated by the construction company responsible for the building work. To collect the data, it was used two ways: the qualitative data were collected from questionnaires applied only to people in charge of the execution of the project; the quantitative data were collected through direct observation of the construction process. The results showed that the main cause of waste generation are the lack of planning at the time of the execution of the project, carelessness and lack of quality of manpower, and the need to accelerate activities to accomplish the goals. The study showed that although the methods used to carry out the execution cause a huge amount of waste, the destination of this waste is done in a way that do not provoke great impact on the environment.

Keywords: Waste Management Manual. Industrial work. Construction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Gerencial do Processo de Produção Proposto por Koskela (1992).	32
Figura 2 – Atividades que Compõem os Processos.....	33
Figura 3 – Croqui das Ampliações a Serem Realizadas.	36
Figura 4 – Bloco Escavado com as Estacas Raízes a Mostra.	42
Figura 5 – Bloco Estrutural com Armadura Posta e Arranques Prontos.....	42
Figura 6 – Pilares já Travados e Prumados.	43
Figura 7 – Fundos de Viga, Consolos e Pilares Sendo Construídos.....	44
Figura 8 – Concretagem das vigas até a altura do consolo.	45
Figura 9 – No Lado Esquerdo da Imagem se Encontra a Laje Alveolar Posicionada Sobre os Consolos, ao Lado Direito esta a Armadura da Laje Maciça.	46
Figura 10 – Chumbadores no Canto Inferior da Imagem e a Estrutura Metálica Sendo Montada ao Fundo.....	46
Figura 11 – Blocos de Concreto Grauteados e Reboco com Argamassa Industrial..	47
Figura 12 – Painéis (PIR) Estocados no Canteiro de Obra.	48
Figura 13 (a) – Muretas Construídas e o Isopainel.	49
Figura 13 (b) – Revestimento do Pilar Metálico.....	49
Figura 14 – Banca de Reaproveitamento de Madeiras.	71
Figura 15 (a)- Madeira Antes de Entrar para a Banca de Reaproveitamento.	72
Figura 15 (b)- Madeirite já Separado.....	72
Figura 15 (c)- Tábuas e Caibros Separados.	72
Figura 15 (d)- Madeiras Destinadas à Caldeira.....	72
Figura 16 – Eucalipto Emendado sendo Reutilizado como Prumo de Pilares.....	73
Figura 17 (a) e (b) – Métodos de Reaproveitamento do Aço como Travamento de Cortinas de Concreto.	73
Figura 18 – Modelo de Tensores que Podem ser Usados no Travamento.	75
Figura 19 – Forma de Pilar Metálico	77

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

EQUAÇÕES

Equação 1 – Método de Cálculo para a Quantidade de Concreto que Resta no Mangote.	38
--	----

FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Movimentação Realizado pelos Metais no Canteiro de Obra.....	66
Fluxograma 2 – Movimentação Realizada pelas Madeiras no Canteiro de Obra.....	67
Fluxograma 3 – Movimentações Realizadas pelo Concreto Usinado.	68
Fluxograma 4 - Movimentações Realizadas pelo Concreto Usual	68

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Análise do Principal Gerador de Resíduos a Partir da Opinião dos Profissionais Envolvidos na Ampliação	49
Gráfico 2 – Opinião dos Encarregados em Relação às Formas Metálicas	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo,Quantidade Existente e Estimativa dos Metais mais Utilizados pelas Indústrias no Mundo.	21
Tabela 2 – Índice de Perda dos Materiais mais Utilizados em Edificações.....	27
Tabela 3 - Quantidade de Resíduos da ICC nos Anos de 2011 e 2012 no Brasil.	27
Tabela 4 - Quantidade de Resíduos da ICC nos Anos de 2011 e 2012 na Região Sul.	28
Tabela 5 –Quantidade de Cimento CP II-E-31 Necessária para a Mistura de Um Metro Cúbico de Concreto 30 Mpa.....	40
Tabela 6 – Materiais Utilizados e Resíduos Gerados pela Construção de Uma Estaca Raiz.	50
Tabela 7 – Quantidade Total de Resíduos Gerados pelas Estacas da Edificação A2.	51
Tabela 8 – Materiais Utilizados e Resíduos Gerados na Construção de Um Bloco de Fundação Segundo o Projeto Inserido no Anexo E.....	52
Tabela 9 – Quantidade Total de Resíduos Gerados pela Construção dos Blocos Estruturais na Edificação A2.....	53
Tabela 10 – Materiais Utilizados e Resíduos Gerados na Construção de Um Pilar Segundo o Projeto Inserido no Anexo E.....	54
Tabela 11 – Quantidade de Resíduos Gerados pela Construção dos Pilares na Edificação A2.	55
Tabela 12 – Materiais Utilizados e Resíduos Gerados na Construção de Um metro de Viga Longitudinal e Transversal Segundo o Projeto Inserido no Anexo E.	56
Tabela 13 – Quantidade Total de Resíduos Gerados pela Construção das Vigas Longitudinais e Transversais na Edificação A2.....	58
Tabela 14 – Materiais Utilizados e Resíduos Gerados a Partir da Execução de Um Metro Quadrado de Laje Maciça.	59
Tabela 15 – Quantidade de Resíduos Gerados pela Execução da Laje Maciça na Edificação A2.	60
Tabela 16 – Materiais Utilizados e Resíduos Gerados pela Construção de Um Metro Quadrado de Parede em Alvenaria com Blocos de Concreto Grauteados.	61
Tabela 17 – Quantidade de Resíduos Gerados Pela Construção da Parede Corta Fogo na Edificação A2.	62
Tabela 18 – Quantidade de Materiais Utilizados e Resíduos Gerados na Construção de Um Metro de Mureta.....	62
Tabela 19 – Quantidade de Resíduos Gerados pela Construção das Muretas na Edificação A2.....	63
Tabela 20 – Estimativa da Quantidade Total de Resíduos Gerados Pela Ampliação A2.....	69
Tabela 21 – Relação Entre o Volume de Entulho e a Área de Ampliação.	70
Tabela 22 – Custos Para o Travamento de 100 Metros de Viga com Arames e Barras de Aço.	76
Tabela 23 – Custo Para o Travamento de 100 Metros de Viga com Tensores metálicos.	76
Tabela 24 – Comparação de Custos Para o Travamento de Todas as Vigas da Adificação A2 a Partir dos Métodos Estudados.....	76
Tabela 25 – Custos Para Elaboração de Uma Forma Metálica de Um Pilar.....	78
Tabela 26 – Custos Para Elaboração de Uma Forma em Madeira de Um Pilar.	78

Tabela 27 – Custo Após a Concretagem e Desforma de Um Pilar com Forma em Madeira.....	79
Tabela 28 – Comparação dos Preços Entre os Dois Tipos de Formas em Longo Prazo.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE ABREVIATURA

art.	Artigo
Est.	Estribo
hab.	Habitantes
kg	Kilograma
m	Metro
T	Tonelada
mm	Milímetro
RCD	Resíduo de Construção e/ou Demolição
un.	Unidade
Verg.	Vergalhão

LISTA DE SIGLAS

ABCERAM	Associação Brasileira de Cerâmica
ABELPRE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Indústria de Construção Civil
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i>
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria de Construção
PIB	Produto Interno Bruto
SGA	Sistema de Gerenciamento Ambiental
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TQM	<i>Total Quality Management</i>
USGS	<i>United States Geological Survey</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.1.1 Materiais Utilizados na Construção Civil	19
2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E/OU DEMOLIÇÃO	22
2.2.1 Impactos Ocasionados pelos Resíduos	23
2.2.1 Classificação dos RCDs	24
2.2.2 Geração de Resíduos	26
2.2.3 Gestão de Resíduos de RCDs	28
2.2.3.1 Reciclagem de entulho	29
2.2.3.2 Projetos existentes	30
2.2.3.3 Alternativas para redução da geração de resíduos	31
3 METODOLOGIA	34
3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	34
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	34
3.2.1 Canteiro de Obras	35
3.2.2 Descrição das Edificações	35
3.3 COLETA DE DADOS	36
3.3.1 Instrumento de Coleta de Dados	37
3.3.2.1 Índices do concreto	37
3.3.2.2 Índice da madeira	38
3.3.2.3 Índice dos metais	39
3.3.2.4 Outros índices	39
3.4 METODO DE ANÁLISE	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO	41
4.1.1 Fundações	41
4.1.2 Pilares	43
4.1.3 Vigas	44
4.1.4 Lajes	45
4.1.5 Cobertura	46
4.1.6 Fechamentos	47
4.1.7 Acabamentos	48
4.2 ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS	49
4.2.1 Estaca Raiz	50
4.2.2 Blocos Estruturais	51
4.2.3 Pilares	53

4.2.4 Vigas Estruturais	56
4.2.5 Laje Maciça	58
4.2.6 Fechamento	60
4.2.7 Acabamento	62
4.3 DIAGNÓSTICO	64
4.3.1 Identificação dos Transportes	65
4.3.1.1 Metais.....	65
4.3.1.2 Madeiras.....	66
4.3.1.3 Concreto.....	67
4.3.1.4 Outros materiais	69
4.3.2 Estimativa da Quantidade de Resíduos Gerados.....	69
4.3.3 Plano de Gerenciamento.....	70
4.3.3.1 Madeira	70
4.3.3.2 Metais.....	73
4.3.4 Plano de Melhorias.....	74
4.3.4.1 Tensores metálicos	74
4.3.4.2 Forma de pilares metálicos	77
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICE A - ROTEIRO DA ENTREVISTA	87
ANEXO A - Projeto de fundações da Edificação A2	89
ANEXO B- Projeto Estrutural da Edificação A2	90
ANEXO C - Projeto Arquitetônico do pavimento Inferior da Edificação A2	91
ANEXO D – Projeto Arquitetônico do Pavimento Térreo da Edificação A2	92
ANEXO E – Projetos das Estruturas.....	93
ANEXO F – Orçamento realizado para o tensor metálico	94
ANEXO G – Orçamento da forma Metálica.....	95

1 INTRODUÇÃO

O homem, ao longo da história, é considerado o maior agente transformador da natureza, modificando a paisagem na construção de civilizações e extraíndo matéria prima do meio ambiente para fabricação de produtos que melhorem sua condição de vida. A partir dessa transformação, as grandes quantidades de resíduos gerados tornam difícil o equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação da natureza.

A Receita Federal define a Indústria de Construção Civil (ICC) como o setor responsável pela execução de projeto, demolição, reforma ou ampliação de qualquer edificação agregada ao solo ou subsolo, ela está relacionada ao crescimento econômico e melhoria na qualidade de vida do ser humano.

Apesar dos grandes benefícios para o ser humano, obtidos pela ação da construção, existe um fator preocupante que são os impactos ambientais causados por ela: modificação da paisagem, extração de recursos naturais e a geração de resíduos. A ICC é a maior consumidora de recursos naturais do planeta, sendo alguns desses recursos considerados não renováveis, e pelo fato de apresentar características artesanais e algumas tecnologias rústicas em sua cadeia produtiva, a construção civil apresenta altos índices de desperdício de materiais, podendo alcançar 30% (SEBRAE, 2004).

Estima-se que em países desenvolvidos o volume de resíduos gerado pela ICC seja duas vezes maior que o volume de lixo urbano gerado pela sociedade, este dado torna-se preocupante, visto que o setor está em constante crescimento devido à urbanização, impulsionada pelo crescimento populacional e grandes eventos a serem realizados futuramente no Brasil (Ribeiro Junior, apud JOHN, 2000). A geração de resíduos é importante para o desenvolvimento, uma vez que é impossível uma sociedade se desenvolver sem os produzir.

As empresas de construção civil apresentam um problema: a grande quantidade de recursos utilizados se transforma em grandes volumes de resíduos. Tais resíduos demandam de manejo adequado desde o descarte na obra até o transporte final destinado a aterros próprios ou para centros de reciclagem, o despejo irregular ou descuido no gerenciamento de resíduos geram problemas de saúde pública e custos que poderiam ser evitados.

É possível observar os restos de demolição serem depositados em terrenos abandonados sem nenhum cuidado em relação aos riscos oferecidos, mas, atualmente parte das construtoras vem apresentando uma conduta mais responsável em relação ao meio ambiente buscando certificações como a ISO 14.001 que é dada a edificações construídas por empresas que estabelecem um sistema de gerenciamento ambiental (SGA), equilibrando manutenção rentabilidade e a redução do impacto ambiental.

A construção sustentável é uma boa alternativa quando se fala sobre o meio ambiente, além disso, vem sendo apresentados benefícios financeiros como de isenções fiscais ou juros menores para financiamentos, incentivando a prática. Órgãos públicos e governantes vêm tratando o assunto de resíduos com bastante cuidado, criando legislações prevendo punições mais rígidas para infratores.

A existência de resíduos de construção e demolição é inevitável, em praticamente todos os processos ocorre sua geração. Na atividade de construção praticamente todos resíduos podem ser reciclados, porem a atividade não trás benefícios econômicos.

A situação dos resíduos da ICC já pode ser considerada critica, mas existem projetos de gerenciamentos como é o caso do Manual de Gerenciamento de Resíduos para Cidades Brasileiras de Ribeiro Junior (2009) que facilita a gestão dos entulhos gerados. A partir deste buscou-se uma maneira de lidar com os resíduos em uma obra de ampliação de grande porte.

Além de esforços para diminuir a quantidade de entulho é necessária uma política mais severa para com os grandes geradores e também uma melhor fiscalização para garantir qualidade de vida de gerações futuras.

Este estudo se propõe a realizar um diagnóstico da geração de resíduos na ampliação de uma indústria alimentícia, tendo como base o seguinte problema de pesquisa: as recomendações propostas por Ribeiro Junior (2009), em seu manual de gestão de resíduos para cidades brasileiras, são aplicáveis considerando-se a realidade deste setor?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é estudar os processos da construção civil envolvidos na ampliação de uma cooperativa industrial, analisar as atividades geradoras de resíduos e por fim, propor alternativas para o manejo de resíduos utilizando como base o manual de gerenciamento de resíduos proposto por Ribeiro Junior (2009).

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do projeto são:

- a) Traçar o perfil das atividades geradoras de resíduos;
- b) Realizar um diagnóstico do canteiro de obras;
- c) Propor soluções para o gerenciamento dos resíduos existentes, e encontrar meios para a redução dos mesmos, com base no manual de gerenciamento de resíduos proposto por Ribeiro Junior (2009).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender melhor a pesquisa primeiramente alguns conceitos devem ser entendidos sobre os resíduos gerados pelas construções e/ou demolições. O referencial teórico contém explicações sobre as diferentes classificações dos resíduos e informações sobre os atuais trabalhos que vem sendo realizados na área. O embasamento teórico foi feito através de pesquisa em diferentes fontes em meio digital em artigos e pesquisas, na rede mundial de computadores ou por meio de livros de autores experientes no assunto.

2.1 CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A ICC é considerada como um grande gerador de riquezas. Em 2011 esse setor arrecadou 255,2 bilhões de reais, atingindo 5.8% do PIB atual brasileiro. Sobre sua importância social, destaca-se a grande quantidade de empregos gerados. Segundo dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados no primeiro trimestre de 2008 a indústria de construção empregava 18% da mão de obra formal do país estando entre os oito maiores setores que geram emprego formal, já em 2011 a Pesquisa Anual da Indústria de Construção (PAIC) indica que foram empregadas 2,7 milhões de pessoas que somaram salário no valor de 49,9 bilhões de reais.

Em relação à quantidade de estabelecimentos no ramo, a PAIC (2011) aponta a existência de 109.144 empresas. 73% destas possuindo até 04 colaboradores, 20% tinham 05 a 29 funcionários e os últimos 7% empregava mais de 30 pessoas, essas empresas com mais de 30 ocupantes é responsável por 77% do valor total bruto de produção enquanto que as de 5 a 29 colaboradores e as com até 04 correspondem a 14 e 09 % do valor bruto de produção respectivamente.

Uma característica interessante é que este tipo de indústria é nômade. Sempre que a obra é concluída todo o processo produtivo muda de local, esse é um fator dificultador porque as variáveis que interferem na eficiência do processo produtivo mudam constantemente. Regiões próximas ao mar necessitam de um

maior cuidado quando se trata do solo ou de estruturas metálicas e isso interfere no andamento da obra, o mesmo acontece para regiões com grande índice pluviométrico. A qualidade da mão de obra nunca é constante se considerarmos as diferentes características de cada região de nosso país, até mesmo diferentes legislações e barreiras burocráticas podem levar a um grande adiamento na conclusão do projeto ou sua inviabilidade, em locais de algumas cidades, por exemplo, não é permitida a construção de edificações com vários pavimentos.

A construção civil é um sistema de produção: pode-se considerar que ela transforma insumos em bens através de serviços, caracterizando a possibilidade do uso de ensinamentos e técnicas da Engenharia de Produção e da administração da produção no melhoramento de suas atividades (GAITHER E FRAZIER, 1999). Estratégias de produção, planejamento e controle da produção e o controle da qualidade podem ser usados em projetos para melhorar o desempenho das construtoras aumentando sua eficiência na execução de obras e diminuindo desperdícios de materiais que ocasiona em uma maior quantidade de entulho.

2.1.1 Materiais Utilizados na Construção Civil

Define-se como matéria prima da ICC todo material utilizado na confecção de uma edificação, desde a etapa de locação até a fase de acabamento. Os principais materiais utilizados na construção civil podem ser classificados em: materiais cerâmicos, madeiras, agregados, aglomerantes e metais.

Agregados na construção civil são os materiais granulares, que podem ser encontrados naturalmente particulados como é o caso da areia, do cascalho e pedregulho, ou produzidos artificialmente por processos industriais como a pedra britada, as areias artificiais e outros, os agregados são classificados entre miúdos ou graúdos conforme seu diâmetro específico (LA SERNA; REZENDE, 2009).

De acordo com o Serviço Geológico Americano (USGS - *United States Geological Survey*) os agregados da ICC são os insumos minerais mais consumidos no mundo e suas aplicações podem ser diversas como mostra o Quadro 1 proposto por La Serne (2009).

Tipo de Agregado	Aplicação
Areia Artificial e Areia Natural	Assentamento de bloquetes, tubulação em geral, tanques, embolso, podendo entrar na composição de concreto e asfalto.
Pedrisco	Confecção de pavimentação asfáltica, lajotas, bloquetes, intertravados, lajes, jateamento de túneis e acabamentos em geral.
Brita 1	Fabricação de concreto para construção de pontes, edificações e grandes lajes
Brita 2	Fabricação de concreto que exija maior resistência, principalmente em formas pesadas.
Brita 3	Ferrovias.
Brita 4	Obras de drenagem, drenos sépticos e fossas.
Rachão, Pedra de Mão ou Pedra Marroada	Fabricação de gabiões, muros de contenção e bases.
Brita Graduada	Em base e sub-bases, pisos, pátios, galpões e estradas.

Quadro 1 – Aplicações dos diferentes agregados da construção civil.
Fonte: LA SERNA (2009)

A ampla utilização dos agregados em diversos tipos de construção se deve a suas características físicas, grande disponibilidade e baixo custo.

Outro material amplamente usado no setor é a madeira. Características como baixo custo de processamento, bom isolamento térmico e trabalhabilidade a tornam mais atraente se comparada a outros materiais como metais e materiais cerâmicos. No setor a maior porcentagem de uso é feita de modo temporário em canteiros de obra na fabricação de andaimes, escoramento ou formas para o concreto armado, mas também de maneira definitiva em esquadrias, estruturas de cobertura, forros e pisos. De acordo com Jhon (2000), dois terços do total de madeira extraída são direcionados para a construção civil e grande parte dessa madeira vem de florestas desprovidas de reflorestamento ou manejo adequado.

Segundo Bahuer (2001) aglomerante é o material ligante em forma de pasta, com o objetivo de ligar os grãos do agregado. Essa união pode formar pastas, argamassas ou concreto dependendo do tipo de ligante e/ou agregado usado. Os

aglomerantes são classificados quanto ao seu endurecimento podendo ser ativos quando endurecem através de reações químicas ou inertes quando simplesmente secam. Também podem ser classificados quanto a sua composição em orgânicos e inorgânicos. Os inorgânicos se subdividem em aéreos, cujo endurecimento é através da presença do ar e hidráulicos, que endurecem na presença do ar e da água. O cimento sem sobra de dúvidas é o aglomerante mais importante, sua utilização é feita na fabricação de concretos e argamassas que representam grande parte dos resíduos.

O metal na construção pode ser utilizado em estruturas, como condutores elétricos, na forma de pregos usados na carpintaria, no acabamento através de fachadas feitas com chapas de alumínio e principalmente como estrutura do concreto armado. Os mais utilizados são o alumínio e os aços, o primeiro é empregado em esquadrias, coberturas e fachadas, o segundo pode estar presente nas estruturas na forma de esqueleto dentro do concreto armado, ou em forma de pilares e vigas maciças (INABA, 2012). Outros minérios como, por exemplo, o cobre e o zinco são utilizados em calhas e tubos por apresentarem melhor resistência a corrosões. Estes representam preocupação já que estudos apontam que podem estar exauridos em até 50 anos, observar dados na tabela 1.

Tabela 1 - Consumo, quantidade existente e estimativa dos metais mais utilizados pelas indústrias no mundo.

Metal	Consumo (X1000 t)	Base Reserva (x1000000 t)	Estimativa (anos)
Alumínio (bauxita)	178.878	24.500	225
Cobre	10.773	550.000	62
Chumbo	5.554	120.000	36
Níquel	842.000	1.098.000	116
Estanho	229.000	6.000	28
Zinco	6.973	295.000	40
Minério de Ferro	925.000	229.000	265

Fonte: Ribeiro Jr (2009), adaptado Industry and Environment (1996).

Com base na estimativa, a pequena quantidade de estanho acompanhado do seu grande consumo indica a falta deste metal em poucos anos, já o níquel apesar de apresentar uma reserva muito superior às demais é o metal mais usado.

Denomina-se cerâmica todo material inorgânico, não metal, obtido por tratamento térmico sob elevadas temperaturas. Seu setor é muito amplo por isso é dividido em sub-setores em função de sua matéria prima, propriedades ou áreas em que é utilizada. Os materiais cerâmicos mais comuns no setor de construção são os que possuem cor avermelhada, classificados no sub-setor de cerâmica vermelha, são os tijolos, telhas e lajes, por ser frágil o material cerâmico representa uma grande porcentagem nos resíduos de construção (ABCERAM, 2011).

2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E/OU DEMOLIÇÃO

O resíduo proveniente da ICC pode ser considerado o mais heterogêneo de todos os tipos de indústria, visto que, toda matéria prima ou atividade decorre em sua geração, a maior fração de sua massa é formada por materiais não minerais e se apresenta quase sempre na forma sólida, podendo ter características físicas variadas dependendo de seu processo gerador.

Segundo Ângulo (2005), resíduos de construção são aqueles oriundos de novas construções, reformas, demolições ou atividades relacionadas à obra de arte e limpeza com presença de solos ou vegetação.

É considerado resíduo da construção e/ou demolição, todo material que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso, e líquido que tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água (CONAMA, 2002). Outras definições importantes sobre os resíduos são fornecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente:

- a) Geradores: Pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos;
- b) Transportadores: Pessoas físicas ou jurídicas encarregados da coleta e transporte dos resíduos entre as fontes e as áreas de destinação;
- c) Agregado Reciclado: Material granular resultante do beneficiamento de resíduos de construção que apresentam características técnicas em obras de edificação, infraestrutura, em aterros ou outras obras de engenharia;

- d) Gerenciamento de Resíduos: Sistema de gestão que visa a redução, reutilização ou reciclagem de resíduos, incluindo o planejamento, a responsabilidade, as práticas, procedimentos e recurso para desenvolver e implementar ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;
- e) Reutilização: Reaplicação do resíduo sem a transformação do mesmo
- f) Reciclagem: Reaproveitamento do resíduo após submeter ele a um processo de transformação;
- g) Beneficiamento: Submeter um resíduo a operações ou processos com o objetivo dotá-lo de condições para que sejam utilizados como matéria prima ou produto;
- h) Aterro de Resíduos da Construção Civil: Áreas aonde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da ICC reservando materiais segregados de forma a possibilitar seu uso e/ou futura utilização da área, utiliza-se princípios da engenharia para confiná-lo em menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;
- i) Áreas de Destinação dos Resíduos: Locais destinados ao beneficiamento ou à disposição final dos resíduos.

2.2.1 Impactos Ocasionados pelos Resíduos

Os Resíduos de Construções e/ou Demolições (RCDs) representam um grande problema na maioria das cidades brasileiras, pois estas apresentam um ineficaz programa de gerenciamento e disposição irregular destes resíduos. Os problemas podem ter características estéticas, até mesmo, ambientais e de saúde pública. O entulho, como é denominado o resíduo gerado pela construção, gera uma grande sobrecarga sobre o sistema de limpeza pública, visto que seu volume é tão grande que pode variar de 50 a 70% da massa total de resíduo sólido urbano (BRASIL, 2005).

Alguns impactos ocasionados por resíduos decorrem da sua disposição irregular em vias e logradouros públicos ou córregos próximos de onde são gerados, com o intuito de reduzir custos pelas empresas transportadoras. Assim surgem problemas como mau cheiro, enchentes ocasionadas pelo entupimento de canais de escoamento, comprometimento de vias, geração de ruídos e queimadas. A disposição de entulho em locais indevidos atrai outros tipos de resíduos sólidos urbanos como restos de podas de árvore e sacos de lixo.

Os problemas relacionados à geração de resíduos derivam da grande quantidade gerada, contudo, nesse tipo de resíduo também pode ser encontrada uma pequena parcela de materiais orgânicos, produtos tóxicos e embalagens que podem ajudar na proliferação de doenças, é comum em locais de disposição irregular encontrar roedores, insetos peçonhentos e/ou transmissores de doenças como a dengue (KARPINSK, 2009).

2.2.2 Classificação dos RCDs

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004a) os resíduos sólidos são classificados segundo as atividades que lhe deram origem e de acordo com seus constituintes:

a) Resíduos classe I;

Que são denominados os resíduos perigosos

b) Resíduos classe II

São os resíduos não perigosos, que ainda se dividem em mais duas categorias:

-Resíduos classe II A: Não inertes, ou seja, que sofrem transformações física, química ou biológicas, basicamente como o lixo doméstico.

-Resíduos classe II B: Inertes, aqueles que não se decompõem quando em contato ao meio ambiente.

A maioria dos resíduos provenientes de construção ou demolição se enquadra na classe II B segundo essa norma, porém, devido a outros tipos como solventes, tintas e outros derivados do petróleo a classe pode mudar para as classes II A ou até classe I.

Outra classificação é dada pela resolução 307/2002 do CONAMA. Segundo essa resolução os resíduos são diferenciados em quatro classes:

- a) Classe A: Nessa categoria estão os resíduos recicláveis ou reutilizáveis 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;
- b) Classe B: Materiais como o plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
- c) Classe C: Nesta categoria se enquadram os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação.
- d) Classe D: São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles que estejam contaminados ou sejam prejudiciais a saúde sendo eles oriundos de demolições, reforma ou reparo de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto.

Apesar de o gesso ter sido enquadrado como resíduo de classe B seu manuseio requer alguns cuidados como a necessidade de recipiente próprio, não permitindo que o misture com outros resíduos da mesma classe, muito menos de classes diferentes (SINDUSCON-CE, 2011).

Também é possível utilizar uma classificação proposta por LIMA (1999). Baseado nas diferentes propriedades dos resíduos, nas classificações já existentes e o melhor manuseio dos resíduos nos centros de reciclagem, o autor propõem uma subdivisão da Classe A anteriormente citada em mais seis diferentes classes, sendo elas:

- “• Classe 1: Resíduo de construção composto predominantemente de concreto estrutural (simples ou armado), com teores limitados de argamassa e alvenaria, e teores limitados de impurezas como gesso, terra, vegetação, vidro, papel, madeira, metais, plásticos e outros.
- Classe 2: Resíduo de construção composto predominantemente de argamassas, alvenaria e concreto, com presença de outros materiais minerais inertes como areia, pedra britada, com teores limitados de impurezas como gesso, terra, vegetação, papel, madeira, plástico e outros.
- Classe 3: Resíduo de construção composto predominantemente de argamassas, concreto e alvenaria de componentes de concreto, com baixa presença de materiais cerâmicos. Pode conter outros materiais minerais inertes como areia, pedra britada, fibrocimento. Os teores de impurezas devem ser limitados (terra; vegetação; gesso; madeira; plástico; e outros).
- Classe 4: Resíduo de construção composto predominantemente pelos mesmos materiais do resíduo classe 2, mas em que se admite a presença de terra ou terra misturada a vegetação até determinada porcentagem em volume. O teor de impurezas tolerado é maior que nas outras classes acima.
- Classe 5: Resíduo de construção composto predominantemente de terra e vegetação (teores acima dos admitidos nos resíduos classe 4) com presença tolerada de argamassas, alvenaria e concreto e outros materiais minerais inertes como areia, pedra britada, fibrocimento. Admitem-se teores de impurezas maiores que nas demais classes.
- Classe 6: Resíduo de construção com presença significativa de material asfáltico, com limitações para outras impurezas como argamassas e restos de alvenaria, terra, vegetação, gesso, vidros e outros, (LIMA, 1999, p.146).”

2.2.3 Geração de Resíduos

É inevitável que ocorra um volume mínimo de perdas na atividade de construção, demolição ou reforma. Souza (2004) associa as perdas de materiais nos processos produtivos de três maneiras distintas, a primeira por meio de furto e/ou extravio, que pode ser pequena ou grande dependendo do método de controle dos materiais nos empreendimentos. A segunda maneira é pela incorporação de materiais à edificação que ocorre na fabricação de moldes para concreto armado e revestimentos argamassados. E a última perda é causada pelo lixo que sai da obra (entulho).

O alto índice de perda pode ser decorrente da utilização de processos tradicionais praticados por empresas de pequeno porte as quais não possuem recursos para investir em desenvolvimento tecnológico ou capacitação (FRANCHI; SOIBELMAN e FORMOSO, 1993).

John (2000) aponta que é na etapa de construção que ocorrem as maiores perdas. Os desperdícios são visíveis pois é nesta etapa que as decisões do projeto

ganham dimensão física e as fases que mais geram resíduos são: a produção de materiais e componentes assim como as atividades de canteiro, a manutenção, modernização e demolição. Na Tabela 2 verifica-se a porcentagem de perda dos materiais utilizados em edificações.

Tabela 2 – Índice de perda dos materiais mais utilizados em edificações

Materiais	Perdas (%)
Areia	39
Cimento	33
Concreto	01
Aço	26
Tijolos/Blocos	27
Argamassa	91

Fonte: FREITAS, (2009)

É de comum senso notar o grande índice de perdas na argamassa decorrente do mau dimensionamento ou descaso.

O desperdício decorre também da qualidade na mão de obra, muitas vezes por erros realizados na execução ou por danos a serviços já concluídos, levando à baixa produtividade e perdas de materiais.

Cerca de 50% dos resíduos acabam como rejeito (SCHENINI, 2004), isso acontece muitas vezes pela falta de hábito de reaproveitar ou reciclar esses materiais.

A partir de dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABELPRE), consta-se que em 2012 foram coletados mais de 35 milhões de toneladas de RCD. Isso demanda atenção especial quando o assunto é o seu destino final, pois a quantidade total de resíduos é bem maior, pois esses dados representam somente os resíduos lançados em logradouros públicos. Observar quantidades de resíduos na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade de resíduos da ICC nos anos de 2011 e 2012 no Brasil.

REGIÃO	2011		2012	
	RCD Coletado (t/dia)/ Índice (Kg/hab./dia)	População Urbana (hab.)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab./dia)
BRASIL	106.549 / 0,656	163.713.417	112.248	0,686

Fonte: Pesquisa ABRELPE e IBGE.

Observa-se um aumento na quantidade de massa do resíduo produzido por habitante ao dia entre os anos 2011 e 2012. Também é possível observar o panorama da região Sul tratando-se de RCDs com os dados da Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de resíduos da ICC nos anos de 2011 e 2012 na região Sul.

REGIÃO	2011	População Urbana (hab.)	2012	Índice (Kg/hab./dia)
	RCD Coletado (t/dia)/ Índice (Kg/hab./dia)		RCD Coletado (t/dia)	
SUL	14.955 / 0,638	23.583.048	15.292	0,648

Fonte: Pesquisa ABRELPE e IBGE.

A partir da ultima tabela nota-se que o índice de resíduos da região sul é menor que a média nacional e que a quantia coletada no sul corresponde a 10% do total de RCDs.

2.2.4 Gestão de Resíduos de RCDs

Os projetos de gerenciamento dos resíduos oriundos da construção devem conter etapas de caracterização, em que o gerador deve identificar e quantificar os resíduos Conforme o art. 3 da resolução 307/2002 do CONAMA:

- a) A separação deve ser realizada respeitando as classes estabelecidas;
- b) O acondicionamento deve assegurar que seja possível a reciclagem ou reutilização;
- c) O transporte deve ocorrer de acordo com as normas vigentes;
- d) A destinação final deve ser em aterros da construção civil, centros de reciclagem ou armazéns temporários, dependendo do tipo de resíduos.

O gerenciamento de RCD pode ser resumido por algumas estratégias a serem adotadas, são elas: evitar deposições ilegais, separar os tipos de materiais na fonte e promover a reciclagem (JOHN, 2000).

Uma das maneiras de lidar com os resíduos da construção e demolição é através da reciclagem. Acredita-se que a primeira utilização do entulho reciclado ocorreu na Europa no ano de 1946, após a segunda guerra mundial, com a

utilização de restos de edificações demolidas e destruídas para reconstruir cidades, foram britadas para produção de agregado a fim de atender a demanda da época (WEDLER; HUMMEL, apud SALOMON 1946).

A reciclagem dos resíduos apresentou evolução significativa, mas a ideia ainda é vinculada a custos e não a benefícios. Calcula-se que são desperdiçados 200 milhões de toneladas de concreto e recursos minerais valiosos anualmente, essa quantidade seria o suficiente para construir uma rodovia de seis faixas ligando Roma a Londres que possuem uma distância maior que 1700 km (LAGUETTE, 1995). Porém existe inúmeros bons exemplos de programas de reciclagem em países desenvolvidos que já entenderam a necessidade de reciclar os materiais que sobram na indústria de construção: na Holanda mais de 85% das sobras de construção são recicladas (ZWAN, 1997).

A partir do gerenciamento de resíduos, o menor volume de entulho lançado ao meio ambiente acarreta em diminuição de custos relacionados ao transporte, menor necessidade de mão de obra para o manejo, aos gastos com saúde pública ou com multas.

2.2.4.1 Reciclagem de entulho

Segundo a ABRECON (2013) as aplicações e vantagens do entulho reciclado são muitas, a mais simples utilização é feita em pavimentações, na forma de brita corrida ou em misturas do resíduo junto ao solo quando é aplicada dessa forma o processo de reciclagem apresenta menor custo e por não necessitar maior qualidade uma grande parcela do entulho pode ser reciclada.

Uma saída para problemas com agregados é a utilização dos reciclados de entulhos, dependendo do processo utilizado sua qualidade pode ser tão grande como a do natural, esse tipo de material apresenta menor consumo de energia e como pode ser implantado no local de consumo o custo de transporte é mínimo.

Outra maneira é para agregados de concreto, após passar por usinas de reciclagem o entulho pode substituir a areia e brita como agregado para concreto não estrutural, diminuindo assim a necessidade de extrair recursos naturais e apresentar menor custo.

A terceira possibilidade é através da passagem por equipamentos que moem o entulho em granulometria semelhantes a da areia, o material miúdo poderia ser utilizado como agregado para confecção de argamassas de assentamento e revestimento com maior resistência a compressão, nessa aplicação o entulho reciclado reduz o consumo de cimento e cal.

A última possibilidade se refere ao uso do entulho em cascalhamento de estradas, preenchimento de vazios em construções ou instalações e como reforço de aterros.

2.2.4.2 Projetos existentes

Segundo o CONAMA (2007) os planos de gerenciamento de resíduos devem ser feitos pelos grandes geradores. Pela pesquisa efetuada foi constatada uma grande quantidade de manuais sobre o gerenciamento dos resíduos de construção e/ou demolição elaborados por sindicatos da indústria de construções junto a bancos ou órgãos públicos, também pesquisas e projetos que buscam implementar ou adaptar os manuais existentes.

No Sinduscon-SP foi criado o conselho do Meio Ambiente (COMASP), com o objetivo de conciliar uma atividade tão produtiva de uma forma sustentável, tratando as questões ambientais de forma abrangente, trabalhando em conjunto com universidades o conselho desenvolve pesquisas, promove seminários e fóruns aonde são elaboradas normas ou legislações junto a órgãos competentes.

A CAIXA ECONOMICA FEDERAL junto aos Ministérios do Meio Ambiente e das Cidades elaborou um material sobre o gerenciamento de resíduos dividido em dois volumes. O primeiro explica sobre as normas utilizadas e os métodos de gestão, ou seja, como diagnosticar, classificar e implantar. Já o segundo volume está relacionado ao método de financiamento realizado para empreendimentos vinculados ao manejo sustentável dos resíduos de construção e/ou demolição.

2.2.4.3 Alternativas para redução da geração de resíduos

Algumas alternativas existem além da reciclagem para resolver os problemas da geração de resíduos. Esin e Cosgun (2007) afirmam que o método mais eficaz para combater esse problema é impedindo ao máximo sua geração.

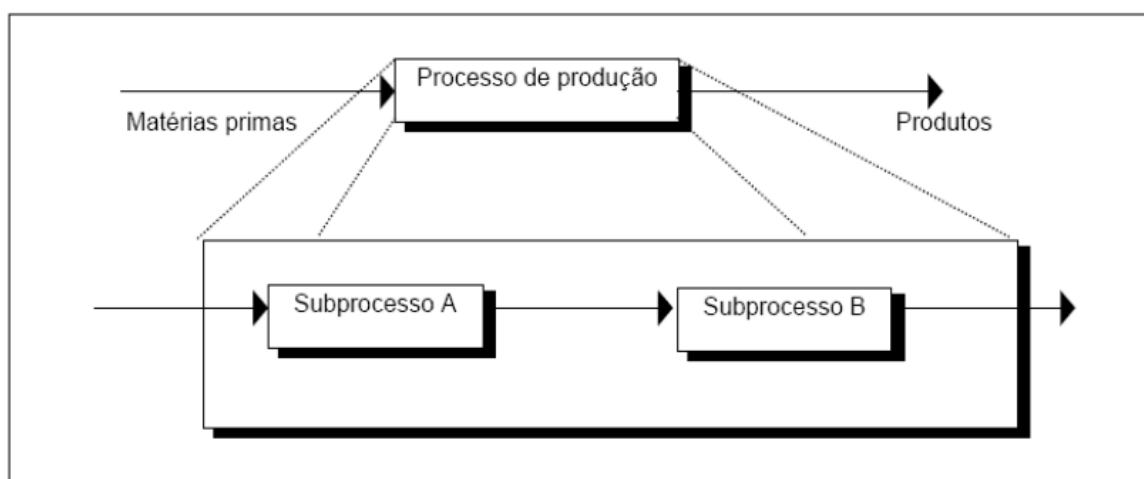
É possível deduzir que a qualificação da mão de obra é um indicador da quantidade de resíduos a serem gerados. A incidência de erros ou a necessidade de fazer correções em obras já realizadas ocasionam um grande desperdício de materiais. As empresas poderiam fornecer treinamento aos seus colaboradores, muitas vezes custos com desperdícios ou qualidade do produto final não são analisados quando comparados aos custos com capacitação do funcionário. Vale ressaltar que o incentivo ao aperfeiçoamento leva ao aumento da satisfação e autoestima do funcionário gerando um trabalho de melhor qualidade e menor rotatividade.

A prioridade em uma construção é evitar o desperdício dos materiais. A gestão de um canteiro de obra pode ser feita através da metodologia de obra limpa, que parte de um princípio de meios para facilitar as etapas de segregação e destinação dos resíduos. Nessa metodologia são levadas em consideração questões como sinalização, treinamento de equipes, melhorias de arranjo físico, acompanhamento dos funcionários e incentivo à reciclagem transformando o canteiro de obras em um ambiente limpo, seguro e com baixos índices de desperdícios e consumo de materiais (FREITAS, 2009). Segundo Schenini (2004) a conscientização da preservação do meio ambiente deve ser por estímulos do poder público e indica alguns meios de auxílio: através da distribuição de caixas de desperdícios, quantificação e separação dos resíduos, disponibilizando equipamentos de limpeza e de escoamentos para decida de entulhos em obras verticais. Todas essas dicas, aliadas a uma fiscalização e bonificação oferecida pela qualidade de limpeza, tornam o canteiro de obras econômico e com baixos índices de geração de RCDs.

Alguns autores afirmam que a geração dos resíduos não é responsabilidade da fase de execução da obra, apesar de surgirem nesta etapa da obra grande parte dessa geração poderia ser evitada durante a elaboração do projeto. Tam e Shen (2007) apontam que problemas como a falta de informação do projetista em relação

às dimensões ou produtos a serem utilizados ocasionam a geração de um terço dos resíduos.

Outra alternativa seria a utilização de práticas estabelecidas pela filosofia *lean*. A construção enxuta visa a melhor produtividade e a qualidade final do produto diminuindo perdas no processo produtivo. Esse método também é conhecido como *lean construction* que utiliza bases das filosofias de TQM e JIT. No Brasil esse método está presente desde o ano de 1990 com o objetivo de diminuir a geração de resíduos. Nesse sistema sempre há espaço para melhorias das movimentações manuais dos leiautes ou na economia de materiais. No modelo de representação de Koskela (1992), na construção enxuta dividem-se os processos em sub-processos, também é representado o fluxo de materiais, desde a etapa de matéria prima até o produto final como demonstra a Figura 1.



**Figura 1 – Modelo gerencial do processo de produção proposto por Koskela (1992).
Fonte: ARAÚJO e SOUZA (2010)**

Os processos compõem várias atividades como: movimento; espera; processamento entre outros, as atividades estão ordenadas conforme a Figura 2.

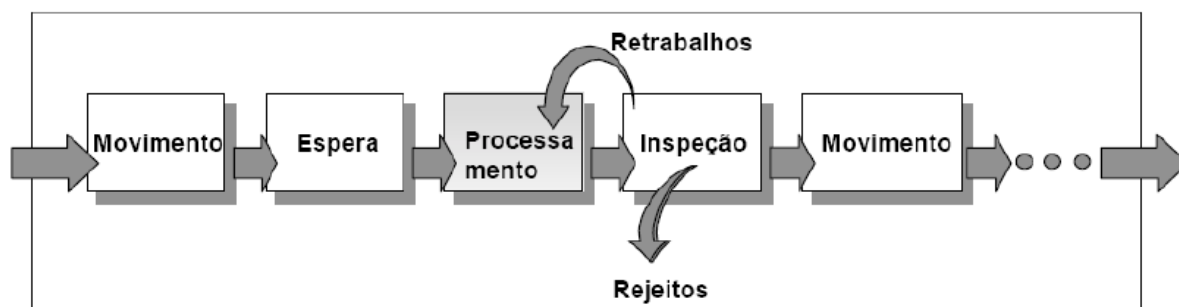


Figura 2 – Atividades que compõem os processos.
Fonte: ARAÚJO e SOUZA (2010)

Entre as atividades de transporte, espera, processamento e inspeção, somente a etapa de processamento agrega valor ao produto, as outras atividades são denominadas atividades de fluxo e possuem grande importância para a eficiência total dos processos. Formoso (2000) estima que dois terços do tempo gasto nos canteiros de obras são em função de atividades que não agregam valor. A construção enxuta pode ser resumida a partir de onze princípios propostos por Koskela (1992), são eles:

- a) Reduzir o número de atividades que não agregam valor;
- b) Aumentar o valor da saída considerando as necessidades do cliente;
- c) Reduzir a variabilidade (processos de produção);
- d) Reduzir o tempo do ciclo composto pelos tempos de processamento, tempo de inspeção, tempo de espera e movimentação;
- e) Simplificar o sistema diminuindo o número de passos e partes;
- f) Aumentar a flexibilidade das saídas;
- g) Transparência no processo para evitar erros;
- h) Controle em todo processo;
- i) Melhoria contínua do processo;
- j) Melhoria nos fluxos e nas conversões;
- k) Conhecer as técnicas da concorrência (Benchmark).

3 METODOLOGIA

Nessa etapa são descritos os métodos nos quais o projeto foi conduzido, os tipos de pesquisa realizados e os instrumentos de quantificação e qualificação dos dados.

3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

A pesquisa se classifica como indutiva, pois se levou em consideração as premissas obtidas no referencial teórico para inferir-se uma verdade universal, ou seja, após considerar vários casos particulares foi conferida a veracidade na conclusão da pesquisa (GIL 2002).

Para que se possam atingir os objetivos específicos a pesquisa é exploratória com caráter descritivo, sendo necessária a realização de trabalho de campo e entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o problema analisado.

Quanto à abordagem, a pesquisa se caracteriza como qualitativa e quantitativa em função dos dados obtidos pelos questionários e pela análise de campo, em que foi possível levantar a quantidade de materiais que seriam utilizados para a execução dos processos e também estimar a geração de resíduos produzidos por eles.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A escolha da empresa para estudo levou em consideração o fácil acesso à obra, a liberdade para elaboração da pesquisa e também por proporcionar uma visão prática das atividades de engenharia de produção relacionadas ao setor de construção. A empresa que autorizou a execução do projeto de pesquisa em seu canteiro de obras foi uma Construtora situada no Paraná. Essa construtora é responsável pela elaboração de obras na região oeste do Paraná, na execução desde pequenas casas até grandes edifícios, reformas de estádios e obras

industriais. O estudo e levantamento de dados foram feitos nas obras de ampliação de uma cooperativa encontrada no oeste do Paraná que tem previsão de término para Dezembro de 2014.

3.2.1 Canteiro de Obras

O terreno onde está localizada a obra envolve mais de 140.000 m², conta com a edificação da planta industrial existente em alvenaria com 49.096 m² que dá suporte para a realização da ampliação, pois nessa planta já existe infraestrutura de água, energia, esgoto, refeitório e ambulatório.

3.2.2 Descrição das Edificações

A edificação a construir é composta por estruturas de concreto, paredes em alvenaria, fechamento em painéis isolantes e cobertura metálica. A área total de ampliação é estimada em 19.275 m² e é dividida em quatro etapas que são classificadas da seguinte maneira e situadas conforme a Figura 3:

- a)** Edificação A1, em alvenaria de três pavimentos, para fins de processamento industrial com 4.998 metros quadrados, composta por estruturas e laje de concreto, com fechamento de painéis isotérmico e cobertura metálica.
- b)** Edificação A2 em alvenaria de dois pavimentos para fins de estocagem com área de 12.430 m², composta por estruturas de concreto e laje alveolar, com fechamento em painel de PIR e telhado de estrutura metálica.
- c)** Edificação A9 em alvenaria de um pavimento denominada casa de caldeira com uma área de 1.183 m², com estrutura de concreto e laje maciça de concreto, assim como paredes em concreto e chapa metálica e sua cobertura em estrutura metálica.

- d) Edificação A10 em alvenaria de dois pavimentos que será a casa de máquinas com 664 m², composta por estruturas de concreto e laje maciça, fechamento em parede de alvenaria e painéis isotérmicos.

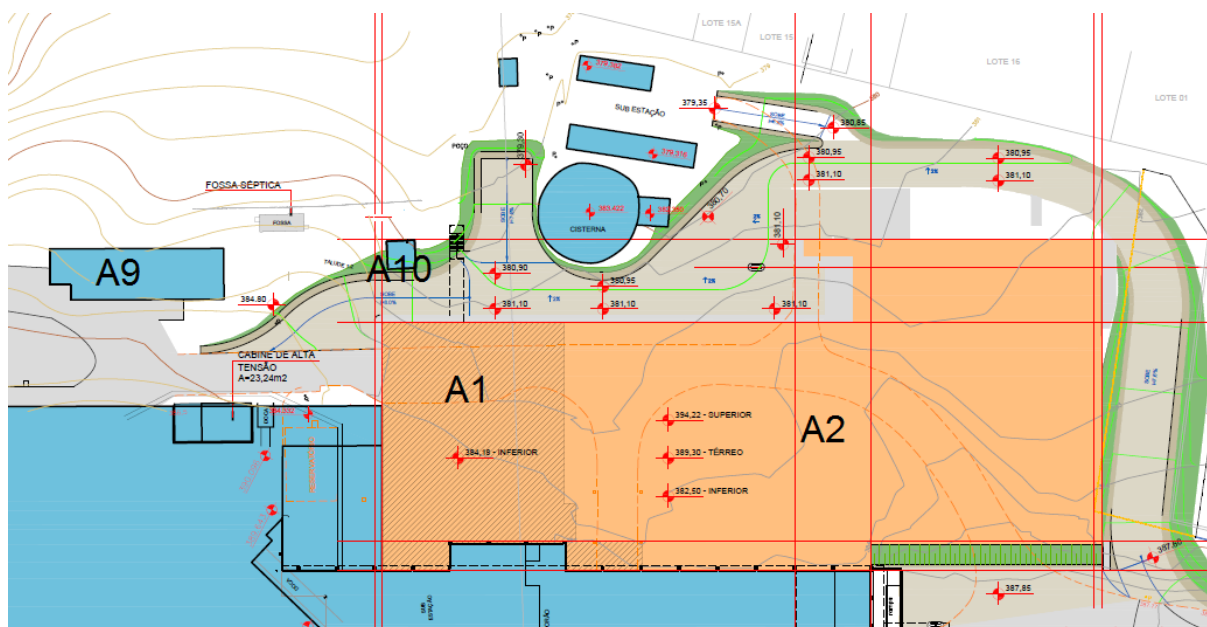


Figura 3 – Croqui das ampliações a serem realizadas.

3.3 COLETA DE DADOS

Para coleta de dados qualitativos foi elaborado um roteiro de entrevista padronizado. As entrevistas foram direcionadas a engenheiros e mestres de obra, as visitas foram agendadas e previamente notificadas por telefone. Todas as entrevistas foram efetuadas após consentimento dos entrevistados.

Os dados quantitativos foram coletados através da observação direta, as quantidades de materiais utilizados foram estimadas baseando-se na análise de projetos quando possível, em alguns casos foi observada a realização dos processos e quantificado os materiais e resíduos.

3.3.1 Instrumento de Coleta de Dados

O sistema de observação foi planejado em condições controladas em que o pesquisador presenciou o fato, mas não participou, ou seja, foi uma observação não participante com caráter sistemático.

O roteiro de entrevista para a coleta de dados qualitativos contém questões sobre os resíduos da construção e/ou demolição baseado na pesquisa do referencial teórico, no manual de Ribeiro Jr (2009), também conta questões direcionadas somente aos profissionais envolvidos na construção, buscando opiniões a fim de encontrar possíveis soluções para os problemas com a quantidade de resíduos gerados no canteiro de obra.

Para os dados quantitativos foram divididos os métodos de coleta de acordo com o material de construção, para cada material é explicado o meio utilizado para quantificar seu uso e como foi estimada a porcentagem de desperdício.

3.3.1.1 Índices do concreto

A quantidade de concreto usado em cada processo foi calculada de acordo com o volume da estrutura em questão

- e) Bloco Estrutural: Área da Base x Altura
- f) Pilares: Área da base x Altura
- g) Vigas: Área da seção transversal x Comprimento total
- h) Laje: Área do pavimento x Espessura
- i) Parede: Volume Bloco x Quantidade de Blocos por metro Quadrado
- j) Mureta: Área da seção transversal x Comprimento total

A estimativa dos percentuais de perda foi obtida de acordo com a etapa do processo produtivo. Para calcular o índice de desperdício de concreto no processo de execução dos pilares foi medida a quantia total de concreto que chegou à empresa e a perda considerada foi o volume de concreto restante na mangueira utilizada no bombeamento (mangote), essa quantia pode ser representada aproximadamente por uma adaptação no cálculo do volume de um cilindro, a área

da base é representada pela secção transversal do mangote e a altura é representada pelo seu comprimento.

Dados obtidos pela observação do processo:

Dimensões do Mangote: Diâmetro (\varnothing) = 0,1m
Comprimento (c) = 50m

Equação 1 – Método de cálculo para a quantia de concreto que resta no mangote.

$$V \text{ Mangote} = \pi \left(\frac{\varnothing}{2} \right)^2 * c$$

$$V \text{ Mangote} = \pi \left(\frac{0,1}{2} \right)^2 * 50$$

$$V \text{ Mangote} = 0,3926m^3$$

A fórmula apontou uma quantia de 0,39 m³ de concreto restantes dentro do mangote, essa medida representa aproximadamente 4% dos vinte metros cúbicos pedidos ao fornecedor para concretar todas as formas de pilares.

Para a estimativa do percentual de concreto na execução dos blocos estruturais, da laje maciça, do preenchimento da alvenaria e na construção das muretas o índice utilizado foi aquele obtido na Tabela 02, o cálculo não é o mesmo utilizado para os pilares, pois as quantidades de concreto pedidas ao fornecedor são muito maiores ou não é utilizado bomba no processo.

3.3.1.2 Índice da madeira

Para a contagem das tábuas e caibros das formas foi medido cada dimensão das ripas utilizadas, encontrando assim o volume de cada ripa, e multiplicado pela quantia usada. Para quantificar o madeirite foi utilizada a medida de área, pois este material possui uma espessura muito menor que a largura e comprimento.

Para o cálculo de percentuais de madeiras perdidas a maneira utilizada foi analisar o quanto era perdido a partir da retirada de uma forma. Como exemplo pode ser citado a atividade desforma de 01 pilar, a cada 10 gravatas retiradas 03 se

rompia ocasionando em uma perda de 30%. O mesmo método foi utilizado para madeirites, eucaliptos e caibros.

3.3.1.3 Índice dos metais

Para calcular a quantidade de barras de aço utilizadas foram utilizado os projetos estruturais inseridos no Anexo E. Para estimar a quantia de arame de aço recozido foi medido o comprimento de um ponto de amarração, aproximadamente trinta centímetros, e multiplicado pela quantia total de pontos.

A perda de barras de aço que ocorreram nas bancas na hora do corte da barra quando as medidas não eram exatas em relação ao projeto não foi considerada, no canteiro de obra a única etapa que gerou esse tipo de resíduo foram os blocos estruturais e a medida do índice foi mensurada manualmente com auxílio de uma trena, para os pregos o índice utilizado foi a Tabela 02.

3.3.1.4 Outros índices

Para a quantidade de blocos, mediu-se a área de um bloco cerâmico somando um centímetro para argamassa num lado e abaixo, e com um calculo de relação simples foi estimada a quantia para execução de um metro quadrado de parede, aproximadamente doze unidades, o índice de quebra de blocos foi escolhido pela Tabela 02. Os pregos foram contabilizados em cada processo, e seu índice de perda foi considerado de acordo com cada processo.

Para calcular a quantidade de cimento para a fabricação de um metro cúbico de concreto foi levado em consideração um estudo de traços para obras, pode ser observado pela Tabela 05 a quantia necessária do cimento CP II-E-32 em Kg.

Tabela 5 – Quantidade de Cimento CP II-E-31 necessária para a mistura de um metro cúbico de concreto 30 Mpa.

RESISTÊNCIA DE DOSAGEM ESPERADA (MPA) DE ACORDO COM O TEMPO.			TRAÇO EM MASSA PARA 1 METRO CÚBICO				
3 dias	7 dias	28 dias	Cimento (kg)	Areia (kg)	Pedra (kg)	Água (kg)	Aditivo (kg)
4	7	15	239	919	874	203	3,6
6	10	20	269	912	891	196	4,0
8	14	25	292	906	904	190	4,4
10	16	30	317	903	920	184	4,8

Fonte: Adaptado Barbosa e Sérgio (2008)

O estudo mostra que para a quantia em massa de um metro cúbico de concreto de resistência igual a 30 MPa após o período de cura de vinte e oito dias é de 317 Kg de cimento, correspondente a 6,34 sacos de cimento de 50Kg cada.

3.4 METODO DE ANÁLISE

As informações obtidas pelas entrevistas forneceram conteúdo para a análise dos geradores de resíduos, apontando os maiores responsáveis, quais matérias primas eram mais desperdiçadas, também foi possível obter maneiras de diminuir a grande quantidade de resíduos a partir da experiência dos entrevistados juntamente com estudos no setor da construção civil.

Com os dados colhidos na pesquisa de campo foi possível quantificar aproximadamente os resíduos gerados em cada processo e a quantia total por méτρο quadrado na ampliação da edificação A2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa etapa do trabalho contém todos os dados e resultados obtidos após a realização de todas as visitas e aplicação de questionários, contém a explicação dos processos estudados pelo autor, os dados obtidos buscando a realização do diagnóstico e conclusão dos objetivos.

4.1 PROCESSO CONSTRUTIVO

Para entender as etapas geradoras de resíduos antes é necessário compreender todas as atividades envolvidas no levantamento de edificações, nesse segmento é apresentado o processo construtivo da ampliação de uma indústria de alimentos, análise da geração seguido da elaboração do diagnóstico.

4.1.1 Fundações

A fundação na construção civil é a estrutura responsável pela transmissão das cargas da edificação para uma camada resistente do solo, o tipo de fundação escolhida para cada obra depende de fatores como, tipo do solo, as cargas da edificação e também critérios econômicos. Para a construção em estudo, por se tratar de uma edificação com grande capacidade de carga o tipo de fundação escolhida foi a Estaca Raiz, que consiste em uma estaca moldada *in loco*.

Para realização da escavação é utilizada uma máquina que executa uma perfuração rotativa ou roto-percussora com uma broca adiamantada para resistir até mesmo aos impactos contra grandes rochas. Após a perfuração é realizada a instalação da armadura seguido do preenchimento com argamassa, por último com a ajuda de um compressor de ar são aplicados golpes na parte superior do preenchimento garantindo a penetração da argamassa em todos os espaços vazios.

Ao término da execução das estacas, parte de sua armadura se encontra a mostra como forma de encontro para as próximas estruturas de fundação que são os blocos como indicado na Figura 4.



Figura 4 – Bloco escavado com as estacas raízes a mostra.
Fonte: Autoria Própria.

Os blocos possuem a função de transmitir a carga dos pilares para elementos de fundação profunda, no caso as estacas, para confecção destes é colocada uma armadura de aço entre as estacas em uma escavação rasa como demonstrado na Figura 5. Em seguida são armados aços sobre os blocos na direção vertical para cima, essa armação é denominada arranque dos pilares que é essencial para a continuação do próximo processo produtivo. A última etapa é a concretagem do bloco, podendo ou não ser feita dentro de uma forma, dependendo da dimensão do bloco e da escavação.



Figura 5 – Bloco estrutural com armadura posta e arranques prontos.
Fonte: Autoria Própria.

4.1.2 Pilares

Na edificação os pilares fazem a função de transmitir as cargas de compressão provenientes das vigas e lajes para os elementos de fundação, o processo de levantamento de um pilar começa pela armação de uma estrutura vertical em aço junto ao arranque deixado nos blocos, a segunda etapa é a confecção da forma aonde o concreto será bombeado para dentro, pelo fato do concreto ser um material muito denso (2500kg/m^3) é necessário travar a forma de madeira com escoras e arames. O levantamento dos pilares é feito em duas ou mais etapas para evitar uma grande pressão sobre as formas de madeira e um possível rompimento, a última etapa na construção de um pilar é a colocação do mesmo no prumo, ou seja, alinhar o pilar a ser executado com os existentes, as dimensões dos pilares variam conforme o projeto.

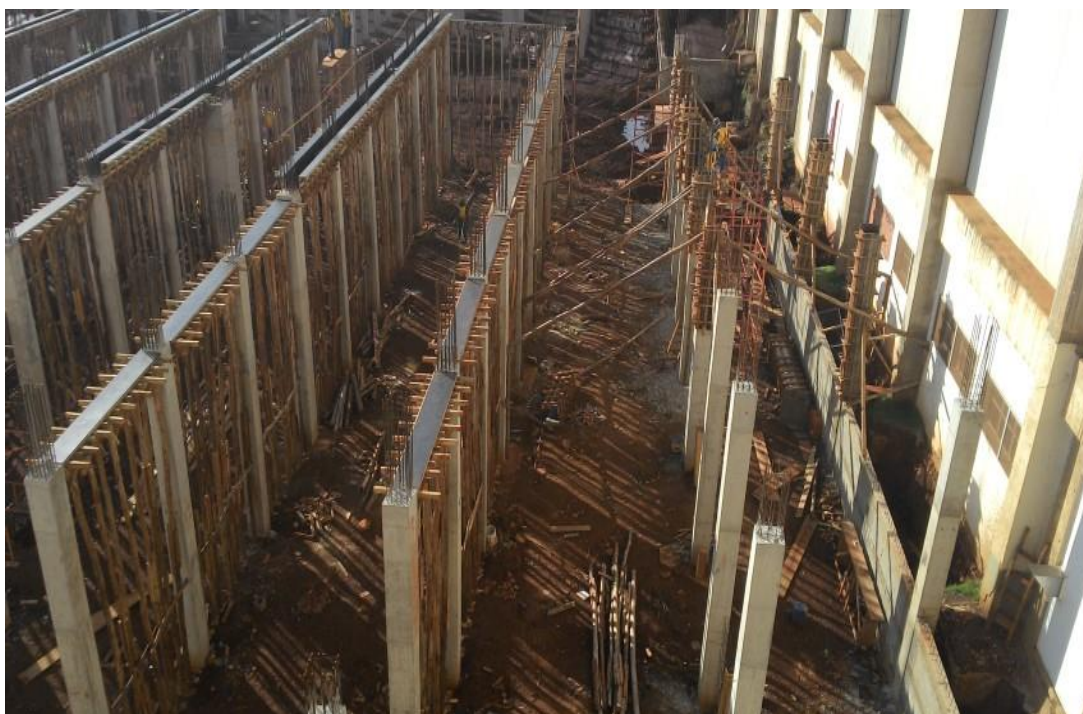
Após a concretagem assim como nas etapas anteriores é deixado uma espera de aço aonde será apoiado o próximo elemento estrutural como foi demonstrado na Figura 6.



Figura 6 – Pilares já travados e prumados.
Fonte: Autoria Própria.

4.1.3 Vigas

São elementos estruturais horizontais de concreto armado dispostos em cima dos pilares, são responsáveis pela transmissão de esforços da laje para os elementos estruturais inferiores. A confecção de uma viga pode ser considerada mais complexa em relação aos outros elementos, primeiro é confeccionado o fundo da viga, apoiados sobre escoras de madeira para garantir o suporte do esqueleto metálico do concreto armado, depois são levantadas as laterais da viga seguido do consolo, local aonde a laje é apoiada ambos podem ser vistos na Figura 7. Depois é colocado o esqueleto no formato de cruz, a forma é fechada e travada e por fim é realizada a concretagem até a altura do consolo como na Figura 8. Vale lembrar que todos os elementos de Aço desde os blocos, até pilares e vigas são pré-armados manualmente nas bancas e depois são transportados por máquinas até aonde o local aonde podem ser montados.



**Figura 7 – Fundos de viga, consolos e pilares sendo construídos.
Fonte: Autoria Própria.**



**Figura 8 – Concretagem das vigas até a altura do consolo.
Fonte: Autoria Própria.**

4.1.4 Lajes

As lajes são elementos planos cuja função estrutural é transmitir as cargas sobre ela até as vigas, no canteiro de obra são utilizadas duas tecnologias que diferem dependendo do pavimento no qual ela se localiza. Em pavimentos simples são utilizadas lajes maciças de concreto, sua execução realizada pela Staudt, consiste em armar uma estrutura metálica sob um painel de madeira bem escorado, seguido do preenchimento com concreto.

O outro tipo de laje é a Laje Alveolar, modelo de laje pré-moldada de maior custo, mas que possibilita maiores vãos e economia em escoras, as placas de concreto pré-fabricadas são posicionadas sobre os consolos das vigas, em cima das placas é posicionada uma malha de aço que sobrepõem as vigas, uma capa de 5 centímetros de concreto é jogada para unir o pré moldado nas vigas. Esse tipo especial de laje é utilizado em locais aonde são construídas câmaras frias de estoque, ambas as lajes maciças e alveolares podem ser vistas na Figura 9.



**Figura 9 – No lado esquerdo da imagem se encontra a laje alveolar posicionada sobre os consolos, ao lado direito esta a armadura da laje maciça.
Fonte: Autoria Própria.**

4.1.5 Cobertura

A cobertura feita por estruturas metálicas protege a edificação contra as inter-Peres. No momento de junção das lajes com as vigas, são posicionados chumbadores metálicos que servem como base para as colunas de aço, todas as peças utilizadas na montagem das coberturas são pré-fabricadas na metalúrgica e são apenas montadas in loco como visto na Figura 10, por representar um ambiente agressivo no interior da edificação os pilares são revestidos por concreto.



**Figura 10 – Chumbadores no canto inferior da imagem e a estrutura metálica sendo montada ao fundo.
Fonte: Autoria Própria.**

4.1.6 Fechamentos

Os fechamentos utilizados nas edificações variam de acordo com a sua finalidade, na sala de máquinas o fechamento foi realizado por paredes em alvenaria de bloco cerâmico. Na casa de caldeira foram utilizados dois métodos, através de cortinas (paredes de concreto) em locais que seriam aterrados, e alvenaria em blocos de concreto no restante.

Nos ambientes utilizados para depósito de embalagens o tipo de fechamento escolhido foi o com alvenaria de blocos de concreto grauteados (preenchidos com concreto), tal método foi selecionado para garantir completo isolamento ao fogo e pode ser visto na Figura 11.



**Figura 11 – Blocos de concreto grauteados e reboco com argamassa industrial.
Fonte: Autoria Própria.**

Um tipo especial de fechamento foi necessário nos locais utilizados como câmaras de resfriamento para garantir o isolamento térmico, para esses locais, Painéis de poliisocianurato (PIR) mostrados na Figura 12 foram usados, eles são pré-fabricados e apenas montados in loco por uma empresa especializada.



**Figura 12 – Painéis (PIR) estocados no canteiro de obra.
Fonte: Autoria Própria.**

4.1.7 Acabamentos

O acabamento é a etapa final do processo produtivo, é a execução dos detalhes do projeto, correção de imperfeições e proteção das estruturas em relação aos riscos dos ambientes internos e externos. Como acabamentos internos podem ser citados o piso industrial especial, a construção muretas mostradas na Figura 13 (a), que servem de proteção contra choques aos painéis de isolamento e também contra a infiltração de umidade na laje e o revestimento dos pilares metálicos mostrado na Figura 13 (b).

Os acabamentos externos são feitos também na forma de muretas que impedem a infiltração, o reboco e pintura externa que servem para evitar a infiltração de água e proteger contra as agressividades do meio ambiente.



(a)
Figura 13 (a) – Muretas construídas e o isopanel.
Figura 13 (b) – Revestimento do pilar metálico.
 Fonte: Autoria Própria.

4.2 ANALISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Primeiramente foi realizada uma análise dos geradores de resíduos baseada no questionário aplicado entre os encarregados da empresa, segundo os profissionais o processo produtivo que mais gera resíduo é a construção da laje maciça como pode ser observado no gráfico obtido pelas respostas.

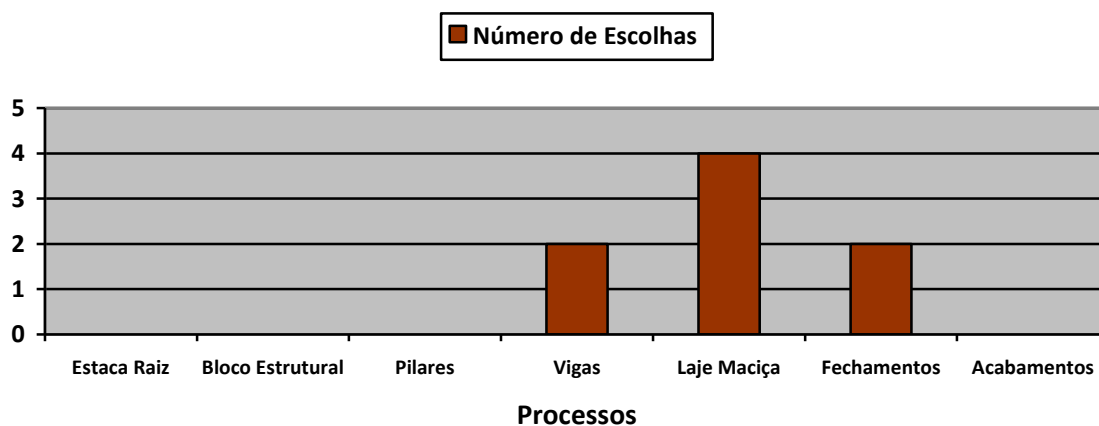


Gráfico 1 – Análise do principal gerador de resíduos a partir da opinião dos profissionais envolvidos na ampliação.
 Fonte: Autoria Própria.

Outra análise dos geradores foi separada para cada processo, nessa avaliação é utilizada uma adaptação do modelo de Koskela. Os processos são divididos em sub-processos, neles foram apontadas as matérias primas utilizadas e os resíduos gerados por cada sub-processo, estes foram somados para fazer a estimativa dos resíduos totais gerados por processo. Na análise foram considerados somente os processos da construção civil.

Para o estudo e obtenção dos dados levou em consideração a execução do projeto de edificação A2 de dois pavimentos, por apresentar mais uniformidade estrutural e todos os processos construtivos estarem em execução ao mesmo tempo, com essa limitação a área construída estudada passou a ser 12.430 m².

4.2.1 Estaca Raiz

Os dados das quantidades de materiais utilizados e resíduos gerados são referentes à construção de uma unidade de estaca raiz. O processo de execução das estacas podem ser divididas nos sub-processos indicados pela Tabela 6.

Tabela 6 – Materiais utilizados e resíduos gerados pela construção de uma estaca raiz.

Sub-Processo (ESTACA RAIZ)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduos Gerados
Perfuração	Solo	3,39m ³	100%	3,39m ³
Armadura	Aço 16 mm (Verg.)	35m	0%	0m
	Aço 05 mm (Est.)	82,8m	0%	0m
	Arame Recozido	90m	0%	0m
Concretagem	Concreto Usinado	3,39m ³	1%	0,034m ³
	Concreto Usual	3,39m ³	8,2%	0,28m ³
Arranque de Bloco	Aço 05 mm	82,8m	11,11%	9,2m
	Aço 16 mm	35m	7,14%	02,50 m
	Arame Recozido	90m	2,22%	2m
	Disco de Corte	½un.	100%	½un.

As estacas possuem 0,30 cm de diâmetro e 12 metros de profundidade concretadas, mas sua armadura possui 0,21 cm de diâmetro e 9 m de comprimento, os estribos estão espaçados de 15 em 15 centímetros. O arranque de bloco é feito pelo rompimento de 1 metro da estaca já pronta, deixando somente meio metro de vergalhões 16 mm para garantir a junção entre estaca e bloco. Contabilizando todos os resíduos separados por matéria e considerando a construção de todas as 1300 estacas contidas no projeto têm-se o resultado expresso na Tabela 7.

Tabela 7 – Quantidade total de Resíduos gerados pelas estacas da edificação A2.

	Matéria prima	Total de Resíduo
Metal	Aço 16 mm	3.250m
	Aço 10 mm	0m
	Aço 08 mm	0m
	Aço 05 mm	11.960m
	Arame Recozido 1,25 mm	2.600m
	Pregos (17x27)	0un.
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	0m3
	Caibro (5x8x300 cm)	0m3
	Madeirite (110x220cm)	0m3
	Eucalipto (7m)	0un.
Concreto	Usinado	408,2m3
	Usual	0m3
Outros	Disco de Corte	
	Solo	
	Argamassa Industrial	
	Embalagem de Cimento	
	Blocos de Concreto	

É possível observar uma grande quantidade de perda principalmente nos metais, essa perda é decorrente da necessidade de deixar arranques para o bloco de fundação, ou seja, é uma perda que não pode ser evitada.

4.2.2 Blocos Estruturais

No projeto do Anexo A é possível observar os diversos formatos de blocos para fundações, existem blocos de base retangular e quadrada e também triangular com as extremidades aparadas, esta ultima será levada em consideração no estudo

por representar 80% das estruturas. O processo de construção pode ser dividido da como demonstrado na Tabela 8:

Tabela 8 – Materiais utilizados e resíduos gerados na construção de um bloco de fundação segundo o projeto inserido no Anexo E.

Sub Processo (BLOCOS)	Material Utilizado	Quantidade Utilizada	Índice de Geração	Resíduo Gerado	
Escavação	Solo	3,75m ³	100%	3,75m ³	
Armadura	Aço 16 mm	44,8m	0%	0m	
	Aço 08 mm	49,35m	0%	0m	
	Arame Recozido	60m	0%	0m	
Arranque	Aço 16 mm	32m	0%	0m	
	Aço 05 mm	5m	0%	0m	
	Arame Recozido	14,4m	0%	0m	
Forma	Tábua	0,037m ³	0%	0m ³	
	Caibro	0,027m ³	0%	0m ³	
	Madeirite	2,42m ²	0%	0m ²	
	Pregos	50un	0%	0un	
Travamento	Escora de Eucalipto	1un	0%	0un.	
	Prego	20un	0%	0un	
Concretagem	Concreto Usinado	2,25m ³	01%	0,0225m ³	
Desforma	Tábua	0,037 m ³	50%	0,0185m ³	
	Caibro	0,027 m ³	50%	0,0135m ³	
	Madeirite	2,42 m ²	50%	1,21m ²	
	Prego	Forma	50 un.	70%	35un
		Travamento	20 un.	100%	20un.
		Eucalipto	1 un.	10%	0,1un

O sub-processo que mais gera resíduos nessa etapa é a escavação, pois a dimensão do bloco já é grande, somado do espaço necessário para sua montagem ocasiona numa grande retirada de solo.

Por se tratar de um local de difícil desforma, os índices de perda de madeira utilizada são grandes, metade das tábuas se rompia ou fissuravam, os eucaliptos utilizados no travamento resistiam três concretagens. Os únicos pregos que não são descartados são aqueles que estão presentes nas formas que não quebram.

O desperdício de concreto nessa etapa é considerado pequeno, isto acontece porque as fundações se encontram no nível do solo, dessa maneira era possível posicionar o caminhão betoneira próximo à forma e despeja-lo direto sem a utilização de bomba.

Os dados da Tabela 8 foram obtidos pela construção de um bloco estrutural, se for analisado a construção de 272 blocos que representam a quantidade total, tem-se a quantidade de resíduos expressa na Tabela 9:

Tabela 9 – Quantidade total de resíduos gerados pela construção dos blocos estruturais na edificação A2.

	Matéria prima	Total de Resíduo
Metal	Aço 16 mm	0m
	Aço 10 mm	0m
	Aço 08 mm	0m
	Aço 05 mm	0m
	Arame Recozido 1,25 mm	0m
	Pregos (17x27)	14.960un.
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	5m ³
	Caibro (5x8x300cm)	3,672m ³
	Madeirite (110x220cm)	329,12m ²
	Eucalipto (7m)	27,2un
Concreto	Usinado	6,12m ³
	Usual	0m ³
Outros	Disco de Corte	0un.
	Solo	1020m ³
	Argamassa Industrial	0m ³
	Embalagem de Cimento	0un.
	Blocos de Concreto	0un.

Na construção dos blocos destacam-se a grande quantidade de solo retirada que se torna um grande volume de resíduos e também a grande quantidade de concreto que é desperdiçada.

4.2.3 Pilares

No projeto existem quatro dimensões de pilares, os escolhidos para o estudo possuem dimensão 40x40 cm, eles constituem a maioria dos pilares (aproximadamente 86%), por isso representaram a quantidade total, o resto são pilares são de dimensões 135x70 cm, 100x100cm e 40x30cm. Todos os pilares têm seis metros de altura e seu processo de execução pode ser dividido como demonstra a Tabela 10.

Tabela 10 – Materiais utilizados e resíduos gerados na construção de um pilar segundo o projeto inserido no Anexo E.

Sub-processo (PILARES)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Desperdício	Resíduo Gerado
Armadura	Aço 16 mm	104m	0%	0m
	Aço 05 mm (Est.)	74,8m	0%	0m
	Aço 05 mm (Esp.)	23,76m	0%	0m
	Arame recozido	211,2m	0%	0m
Formas	Tábua Gravata	0,0918m ³	0%	0m ³
	Guia	0,135m ³	0%	0m ³
	Madeirite	10,32m ²	0%	0m ³
	Pregos	300un	0%	0un
Travamento	Caibro	0,216m ³	0%	0m ³
	Aço 08 mm	129,6m	0%	0m ³
	Pregos	180un	0%	0un
Prumo	Eucalipto (7m)	4un.	1%	0,04un.
	Pregos	8un.	0%	0un.
Concretagem	Concreto usinado	0,96m ³	4%	0,0384m ³
Desforma	Tábua Gravata	0,0918m ³	30%	0,02754m ³
	Guia	0,135m ³	25%	0,03375m ³
	Caibro	0,216m ³	8%	0,01728m ³
	Madeirite	10,32m ³	25%	2,58m ²
	Forma	300un.	30%	100un.
	Prego Travamento Prumo	180un. 08un.	100% 100%	180un. 08un.

A partir da observação do processo foi constatada a geração dos resíduos, o concreto usinado sempre apresenta uma perda de 5% considerando o que restava dentro do mangote no fim da concretagem.

Os rompimentos de tábuas ocorriam na desforma, sendo a retirada das gravatas presas por muitos pregos o principal fator, aproximadamente três a cada dez tábuas se rompiam ou fissuravam no processo, já as tábuas das guias suportavam até quatro concretagens.

A perda de caibro já não é tão comum por se tratar de uma madeira mais resistente, a quebra ocorria na retirada do aço de travamento quando esse se encontrava sob muita tensão, para cada pilar concretado eram usados 54 pedaços de caibro e na retirada ocasionalmente 3 a 6 se quebravam.

As folhas de madeirite utilizadas na edificação apresentavam um índice de perda entre 20 a 30%, a forma aguentava cerca de 3 a 4 concretagens, mesmo com a utilização de desmoldante.

Os pregos perdidos são aqueles utilizados na fixação das formas, no travamento e no prumo, sendo que apenas os pregos utilizados na montagem da forma não eram danificados.

Na Tabela 10 mostra a quantidade de matéria-prima e resíduos gerados na produção de apenas um pilar. No projeto ao total existem 344 pilares, mas somente vinte formas são construídas por vez, o que gera a quantidade de resíduos expressa pela Tabela 11.

Tabela 11 – Quantidade de resíduos gerados pela construção dos pilares na edificação A2.

	Matéria prima	Total de Resíduo
Metal	Aço 16 mm	0m
	Aço 10 mm	0m
	Aço 08 mm	0m
	Aço 05 mm	0m
	Arame Recozido 1,25 mm	0m
	Pregos (17x27)	99.072un.
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	21,08m ³
	Caibro (5x8x300cm)	5,94m ³
	Madeirite (110x220cm)	887,52m ²
	Eucalipto (7m)	13,76un
Concreto	Usinado	13,2096m ³
	Usual	0m ³
Outros	Disco de Corte	0un.
	Solo	0m ³
	Argamassa Industrial	0m ³
	Embalagem de Cimento	0un.
	Blocos de Concreto	0un.

Nesse processo produtivo o material mais desperdiçado é o concreto, essa quantia poderia ser maior devido à quantidade perdida na movimentação do mangote, a qual não foi considerada por variar muito e o cálculo ser muito complexo.

4.2.4 Vigas Estruturais

As vigas escolhidas para o estudo possuem o formato de cruz, pois servirão de apoio para a laje pré-moldada estas podem ser denominadas vigas longitudinais, também existem as vigas transversais, elas possuem as mesmas medidas que as longitudinais porem são isentas de consolo, ou seja, possuem formato retangular. O processo construtivo destas pode ser dividido nos sub-processos descritos na Tabela 12.

Tabela 12 – Materiais utilizados e resíduos gerados na construção de um metro de viga longitudinal e transversal segundo o projeto inserido no Anexo E.

(continua)				
Sub-processo (VIGAS)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduo Gerado
Armadura Viga	Aço 16 mm (Verg)	14m	0%	0m
	Aço 08 mm (Verg.)	18m	0%	0m
	Aço 08 mm (Estr.)	60m	0%	0m
	Arame recozido	84m	0%	0m
Armadura consolo	Aço 08 mm	12m	0%	0m
	Aço 10 mm (Est.)	24,2m	0%	0m
	Arame Recozido	33,6m	0%	0m
Escoras Fundo	Tábua	0,00525m ³	0%	0m ³
	Caibro	0,008m ³	0%	0m ³
	Eucalipto	2un.	1%	0,02un.
	Prego	16un.	0%	0un.
Forma Fundo	Tábua	0,01m ³	0%	0m ³
	Madeirite	0,4m ²	0%	0m ²
	Pregos	27un.	0%	0un.
Forma Lateral	Tábua	0,09m ³	0%	0m ³
	Madeirite	0,7m ²	0%	0m ²
	Prego	27un	0%	0un.
Forma Consolo	Tábua	0,045m ³	0%	0m ³
	Madeirite	0,9m ²	0%	0m ²
	Pregos	48un	0%	0un.
Travamento	Tábua	0,003m ³	0%	0m ³
	Aço 08 mm	0,8m	0%	0m
	Arame Recozido	3,2m	0%	0m
	Pregos	60un	0%	0un.
Concretagem	Concreto usinado	0,34m ³	1%	0,0034m ³

Tabela 12 – Materiais utilizados e resíduos gerados na construção de um metro de viga longitudinal e transversal segundo o projeto inserido no Anexo E.

(conclusão)					
Sub-processo (VIGAS)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduo Gerado	
Desforma com Consolo	Tábua	Fundo	0,01m ³	30%	0,003m ³
		Lateral	0,09m ³	30%	0,027m ³
		Consolo	0,011m ³	30%	0,0032m ³
		Travamento	0,003m ³	100%	0,003m ³
	Madeirite	Fundo	0,4m ²	50%	0,2m ²
		Lateral	0,7m ²	50%	0,35m ²
		Consolo	0,9m ²	50%	0,45m ²
	Prego	Escoras	16un.	50%	8un
		Fundo	27un.	74%	20un.
		Lateral	27un.	74%	20un.
		Consolo	48un.	73%	35un
		Travamento	60un.	100%	60un.
Desforma sem consolo	Tábua	Fundo	0,01m ³	30%	0,003m ³
		Lateral	0,09m ³	30%	0,027m ³
		Travamento	0,003m ³	100%	0,003
	Madeirite	Fundo	0,4m ²	50%	0,2m ²
		Lateral	0,7m ²	50%	0,35m ²
	Prego	Escoras	16un.	50%	8un
		Fundo	27un.	74%	20un.
		Lateral	27un.	74%	20un.
		Travamento	60un.	100%	60un.

A quantidade de concreto perdida se dá pelo concreto restante no mangote, essa quantidade no término da concretagem é perdida junto com o que resta na bomba, representando um percentual de desperdício próximo a 1%.

Os metais que apresentam perda nesse processo é o aço (08 mm) utilizado no travamento das vigas em conjunto com o arame recozido, pois após a concretagem ambos ficam no meio do concreto tornando impossível sua retirada.

No caso das tábuas, os danos são causados pelo mesmo motivo dos pilares, com um agravante, pelo fato das formas se encontrarem a seis metros de altura, o manuseio e retirada dos pregos se torna mais difícil, assim na etapa da desforma dos consolos e laterais causam um grande estrago nas madeiras, aproveitando-se apenas metade das folhas de madeirite e um terço das tábuas.

Os caibros, eucaliptos e as tábuas utilizadas na escora do fundo não são danificados por não necessitarem de muitos pregos para fixação. Ocasionalmente ocorreu a perda de algum eucalipto na queda.

De acordo com a Tabela 12 foi possível observar a complexidade na execução das vigas longitudinais, que compreendem uma extensão total de 1185 metros na edificação inteira, já as vigas transversais possuem um comprimento total de 593 metros totalizando o seguinte montante de expresso na Tabela 13.

Tabela 13 – Quantidade total de resíduos gerados pela construção das vigas longitudinais e transversais na edificação A2.

	Matéria prima	Total de Resíduo
Metal	Aço 16 mm	0m
	Aço 10 mm	0m
	Aço 08 mm	0m
	Aço 05 mm	0m
	Arame Recozido 1,25 mm	0m
	Pregos (17x27)	233.499un.
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	62,466m ³
	Caibro (5x8x300cm)	0m ³
	Madeirite (110x220cm)	1.511,15m ³
	Eucalipto (7m)	35,56un.
Concreto	Usinado	6,0425m ³
	Usual	0m ³
Outros	Disco de Corte	0un.
	Solo	0m ³
	Argamassa Industrial	0m ³
	Embalagem de Cimento	0un.
	Blocos de Concreto	0un.

No processo de construção de vigas existe uma grande quantidade de resíduos oriunda da desforma, principalmente no caso das madeiras e dos pregos. Já no caso do concreto, apesar do volume utilizado ser muito grande o total desperdiçado é menor que no processo de construção de pilares.

4.2.5 Laje Maciça

Grande parte da laje realizada na ampliação é pré-moldada, porem, em locais próximos a edificações existentes existe a necessidade de construção de laje em concreto armado maciço, os dados recolhidos representam o total de material

necessário para a execução de um metro quadrado de laje maciça e podem ser representados pelos sub-processos da Tabela 14.

Tabela 14 – Materiais utilizados e resíduos gerados a partir da execução de um metro quadrado de laje maciça.

Sub-processo (LAJE MACIÇA)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduo Gerado	
Escora do Fundo	Caibro	0,008m ³	0%	0m ³	
	Eucalipto	4un.	1%	0,04un.	
	Prego	4un	0%	0un.	
Forma do Fundo	Tábua	0,015m ³	0%	0m ³	
	Madeirite	1m ²	0%	0m ²	
	Prego	10un.	0%	0un.	
Forma Lateral	Tábua	0,002m ³	0%	0m ³	
	Madeirite	0,11m ²	0%	0m ³	
	Prego	6un.	0%	0un.	
Armadura da Laje	Aço 12 mm	9m	0%	0m	
	Aço 08 mm	9m	0%	0m	
	Arame recozido	24,3m	0%	0m	
Concretagem	Concreto usinado	0,25m ³	1%	0,0025m ³	
Desforma	Tábua	Fundo	0,015m ³	15%	0,00255m ³
		Lateral	0,002m ³	15%	0,0003m ³
	Madeirite	Fundo	1m ²	10%	0,1
		Lateral	0,11m ²	10%	0,011
	Prego	Escora	4un.	100%	4un.
		Fundo	10un.	70%	7un.
	Lateral	6un.	100%	6un.	

A construção da laje maciça é considerada uma das etapas que menos gera resíduos, isso ocorre pelo fato de não necessitar travamento intensivo nas laterais, apenas bastante escoramento para aguentar o esforço vertical causado pela grande massa do concreto, a retirada das escoras assim como no caso das vigas ocasiona rara perda de eucaliptos devido a queda por isso não foi levado em consideração.

A quebra da madeira foi calculada em 10% para o madeirite e 15% para as tábuas. O desperdício de concreto ocorre apenas dentro do mangote e o que resta na bomba no fim da concretagem esse índice foi calculado em 1%

No Projeto arquitetônico (Anexo B) foi possível mensurar a área total da laje à construir, cerca de 286,4 metros quadrados, essa área corresponde a geração de resíduos representada pela Tabela 15.

Tabela 15 – Quantidade de resíduos gerados pela execução da laje maciça na edificação A2

	Matéria prima	Total de Resíduo
Metal	Aço 16 mm	0m
	Aço 10 mm	0m
	Aço 08 mm	0m
	Aço 05 mm	0m
	Arame Recozido 1,25 mm	0m
	Pregos (17x27)	1.729,4un.
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	0,816m ³
	Caibro (5x8x300cm)	0m ³
	Madeirite (110x220cm)	31,09m ²
	Eucalipto (7m)	11,456un.
Concreto	Usinado	0,716m ³
	Usual	0m ³
Outros	Disco de Corte	0un.
	Solo	0m ³
	Argamassa Industrial	0m ³
	Embalagem de Cimento	0un.
	Blocos de Concreto	0un.

Apesar de utilizar um grande volume de madeira por m² construído, a laje maciça não representou um grande problema quando se trata a geração de resíduos. Essa quantidade pode ter sido pequena pelo fator da área construída com esse tipo de processo ser pequena se comparada com outros tipos de processos construtivos como é o caso das vigas por exemplo.

4.2.6 Fechamento

O fechamento da edificação foi realizado em alvenaria com blocos de concreto preenchidos, esse tipo de fechamento foi escolhido, pois funciona como uma parede a prova de fogo. Todas as paredes da edificação possuem seis metros de altura sendo que a cada metro de blocos na vertical é construída uma viga de ligação entre os pilares, essa etapa estão inclusos os sub-processos expressos na Tabela 16.

Tabela 16 – Materiais utilizados e resíduos gerados pela construção de um metro quadrado de parede em alvenaria com blocos de concreto grauteados.

Sub-processo (PAREDES EM ALVENARIA)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduo Gerado
Assentamento	Bloco de Concreto	12,08un.	30%	3,26un.
	Argamassa	0,0019m ³	97%	0,0001729m ³
	Concreto	0,095	1%	0,00095m ³
	Embalagem de Cimento	0,60un.	100%	0,60un.
Vigas de ligação	Aço 05 mm	2,33m	0%	0m
	Tábua	0,005m ³	20%	0,001m ³
	Caibro	0,0001m ³	100%	0,001m ³
	Arame recozido	2m	0%	0m
	Prego	8un.	100%	8un.
	Concreto	0,334m ³	1%	0,00334m ³
	Embalagens de Cimento	2,12un.	100%	2,12un.
Reboco	Argamassa Industrial	0,016m ³	18,75%	0,003m ³

O índice de perdas de blocos de concreto no assentamento foi levantado pela multiplicação da quantidade de blocos utilizados na construção de um metro de parede pelo índice de desperdício da Tabela 02, assim como a argamassa para assentamento. Para o reboco foi utilizada uma argamassa industrial a qual vem pronta para o uso, sem a necessidade de chapisco. Segundo a empresa fornecedora um metro cúbico dessa argamassa industrializada rende 60 metros quadrados, na obra tal rendimento não foi obtido, foi alcançado apenas um rendimento de 50 metros quadrados por metro cúbico de argamassa, ou seja, 17% eram desperdiçados.

As madeiras utilizadas nas vigas de ligação quase não são danificadas, isto ocorre, pois a dimensão dessa viga é muito pequena, tornando fácil a desforma, apenas 15% da madeira é perdida, já os pregos são totalmente perdidos, pois a forma é feita somente com tábuas.

Os dados representados na Tabela 16 correspondem à execução de uma unidade de comprimento de parede com seis metros de altura, a partir do projeto arquitetônico inserido no Anexo C foi mensurado cerca de 2910 m², a parede inteira gera a quantia de resíduos mostrada na Tabela 17:

Tabela 17 – Quantidade de resíduos gerados pela construção da parede corta fogo na edificação A2.

Matéria prima		Total de Resíduo
Metal	Aço 16 mm	0m
	Aço 10 mm	0m
	Aço 08 mm	0m
	Aço 05 mm	0m
	Arame Recozido 1,25 mm	0m
	Pregos (17x27)	23.280un.
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	2,91m3
	Caibro (5x8x300cm)	2,91m3
	Madeirite (110x220cm)	0m2
	Eucalipto	0un.
Concreto	Usinado	0m3
	Usual	12,49m3
Outros	Disco de Corte	0un.
	Solo	0m3
	Argamassa Industrial	9,233m3
	Embalagem de Cimento	6.169,8un.
	Blocos de Concreto	9.486,6un.

Assim como na construção das vigas, esse tipo de processo é responsável por grande parcela do volume de entulho gerado na ampliação, o principal fator é a o percentual de blocos quebrados durante o processo. Por se tratar de uma parede preenchida com concreto o volume final de resíduos é maior pelas embalagens de cimento necessárias.

4.2.7 Acabamento

O acabamento se refere ao processo de construção de muretas para proteção dos painéis isolantes contra choques, e impermeabilização entre os painéis isolantes horizontais e verticais. A etapa subdividida na Tabela 18

Tabela 18 – Quantidade de materiais utilizados e resíduos gerados na construção de um metro de mureta.

				(continua)
Sub-processo (MURETAS)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduo Gerado
Armadura	Aço 08 mm	2,2m	0%	0m
	Arame recozido	1,2m	0%	0m
Caixaria	Tábua	0,008m3	0%	0m
	Madeirite	0,4m2	0%	0m
	Pregos	6un.	0%	0m

Tabela 18 – Quantidade de materiais utilizados e resíduos gerados na construção de um metro de mureta.

(conclusão)

Sub-processo (MURETAS)	Material Utilizado	Quantidade	Índice de Geração	Resíduo Gerado
Travamento	Caibro	0,002m ³	0%	0m
	Aço 08 mm	0,5m	0%	0m
	Pregos	6un.	0%	0m
Concretagem	Concreto usual	0,112m ³	1%	0,00112m ³
	Embalagem de cimento	0,71un.	100%	0,71un.
Desforma	Tábua	0,008m ³	15%	0,00012m ³
	Caibro	0,002m ³	15%	0,00003m ³
	Madeirite	0,4	15%	0,06m ²
	Prego	9un.	100%	9un.

A mureta de vedação apresenta um pequeno volume de concreto, assim o travamento necessário é mínimo, sua etapa de concretagem é feita manualmente diminuindo o percentual de desperdício, o que ocasiona em uma pequena geração de resíduos, somente 15% da madeira é perdida na atividade de desforma, os pregos seguem com alto índice de desperdício como em outros processos.

Apesar desse acabamento não consumir grandes quantias de matéria prima e ter pequenas taxas de desperdício, o comprimento de muretas que é feito na edificação é muito elevado pelo fato dela envolver cada metro de painel isolante dos dois lados, segundo o projeto arquitetônico do pavimento térreo inserido no Anexo D, estão previstos 837,8 metros de mureta, resultando a geração de resíduos indicados na Tabela 19.

Tabela 19 – Quantidade de resíduos gerados pela construção das muretas na edificação A2.

(continua)

	Matéria prima	Total de Resíduo
Metal	Ferro 16 mm	0m
	Ferro 10 mm	0m
	Ferro 08 mm	0m
	Ferro 05 mm	0m
	Arame Recozido 1,25 mm	0m
	Pregos (17x27)	7.541un.

Tabela 19 – Quantidade de resíduos gerados pela construção das muretas na edificação A2.

(Conclusão)

Matéria prima		Total de Resíduo
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	0,1m ³
	Caibro (5x8x300cm)	0,025m ³
	Madeirite (110x220cm)	50,268m ²
	Eucalipto (7m)	0un.
Concreto	Usinado	0m ³
	Usual	0,938m ³
Outros	Disco de Corte	0un.
	Solo	0m ³
	Argamassa Industrial	0m ³
	Embalagem de Cimento	594,838un.
	Blocos de Concreto	0un.

Apesar do comprimento das muretas ser considerado grande, a quantidade de resíduos gerados por esse processo pode ser considerado pequeno, isso se deve ao fato da concretagem ser feita manualmente, assim a pressão sobre as formas é menor, isso acarreta em menor travamento e uma desforma mais simples.

4.3 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico realizado consiste em uma explanação sobre a situação em que se encontra a obra na questão de materiais e resíduos gerados, essa etapa foi realizada com auxílio do Manual de Gerenciamento de Resíduos de Ralph Ribeiro (2009) adaptado, já que o mesmo é utilizado para realização do diagnóstico em municípios.

A partir da adaptação foi elaborada uma sequência de atividades, que foram seguidas para buscar a melhor maneira de fazer a gestão dos resíduos no canteiro de obra, essa sequência pode obedecer a seguinte ordem:

- a) Identificação dos transportes: Para elaboração desta foi traçada a sequência de movimentações de materiais e resíduos que ocorriam dentro do canteiro de obra.

- b) Estimativa da Geração de Resíduos: Com auxílio dos dados obtidos no capítulo anterior foi estimada a quantia total de resíduos gerados na ampliação.
- c) Plano de Gerenciamento: Aonde são descritas as atividades que foram realizadas durante o estudo para o manuseio dos materiais utilizados na execução do projeto.
- d) Plano de Melhorias: Essa última etapa aborda meios encontrados pelo autor que poderiam ser utilizados para otimizar a gestão dos materiais utilizados, diminuir a quantidade de resíduos gerados e melhorar a gestão dos mesmos.

4.3.1 Identificação dos Transportes

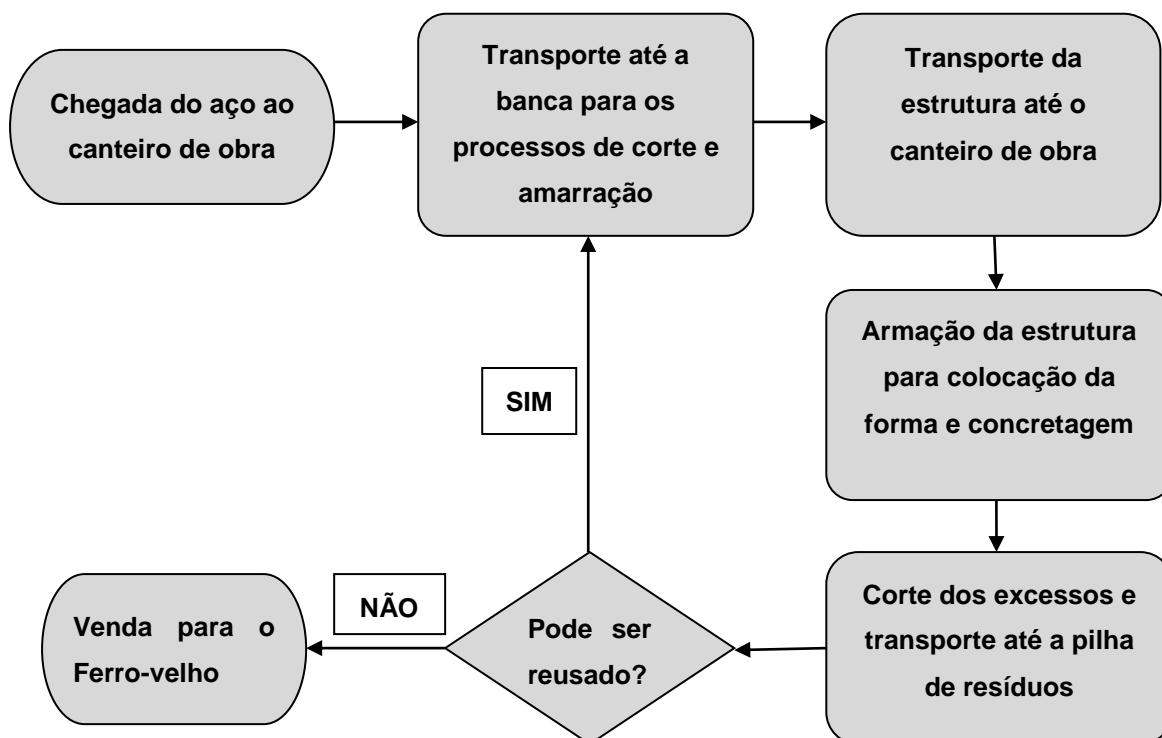
Por se tratar de um canteiro de obra de tamanho grande os transportes foram separados por matéria prima, explicando desde a chegada da matéria prima até a destinação final. Para facilitar o entendimento foram utilizados fluxogramas para descrever cada transporte.

4.3.1.1 Metais

As barras de aço de todos os diâmetros ao chegarem ao canteiro eram posicionadas próximas à banca de ferragem, assim o transporte de cada barra para banca pode ser feito manualmente, na banca o aço sofria os processos de corte dobra e amarração para se transformarem em estacas, blocos, pilares, vigas ou lajes. No caso dos três primeiros após o processo de amarração eles eram transportados inteiros até o local de concretagem por meio de máquinas retroescavadeira ou caminhão munck, já a laje maciça era amarrado in loco.

No caso das sobras elas eram cortadas e transportadas até uma pilha também posicionada em frente à banca de ferragens para futura seleção, a

destinação final do aço não utilizado é o ferro velho. A representação do transporte do metal pode ser feita pelo Fluxograma 1.



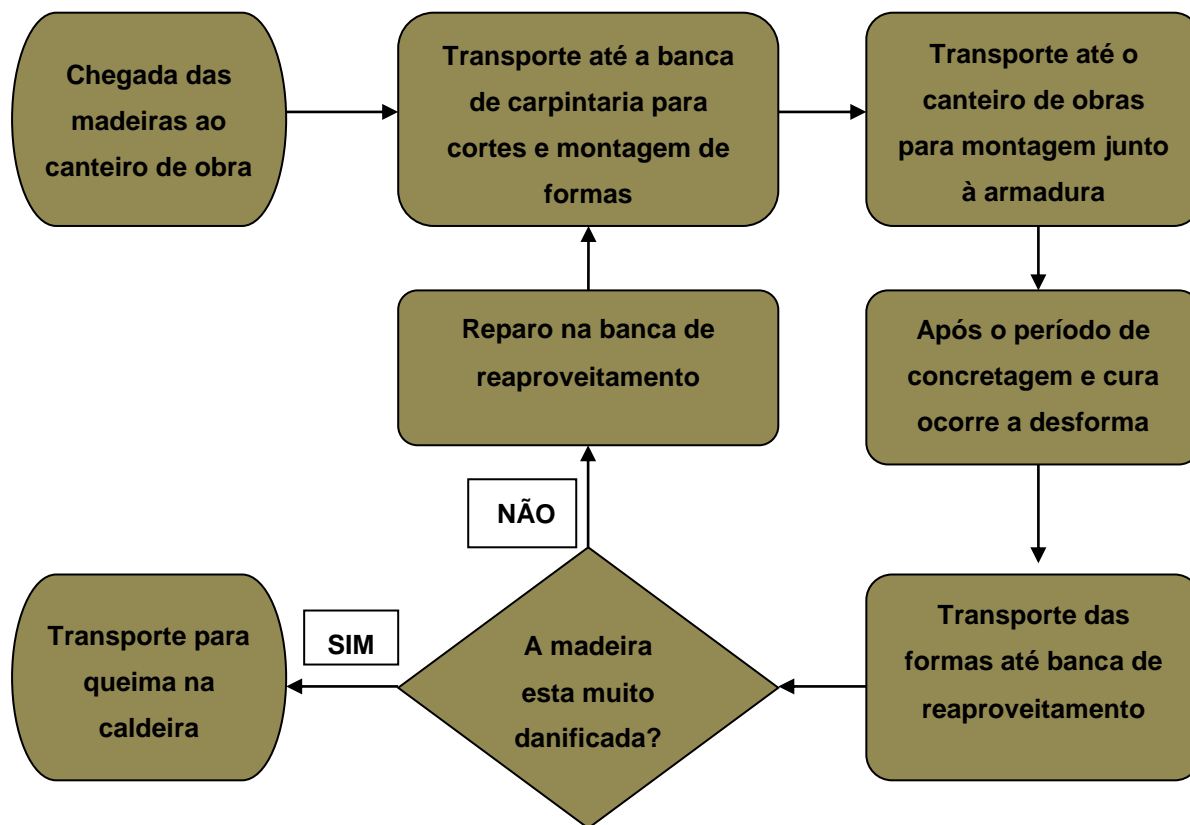
Fluxograma 1 – Movimento realizado pelos metais dentro do canteiro de obra.

4.3.1.2 Madeiras

As tábuas, o caibro e as folhas de madeirite ao chegarem são posicionados próximos à banca de formas para facilitar o manuseio, após sofrerem o processo de corte e montagem as madeiras se transformam em fundos, laterais, consolos no caso das vigas, formas de pilares e fundos de laje. Diferente do aço as formas de madeiras são transportadas manualmente, montadas e travadas nos locais de concretagem.

Depois que realizada a concretagem ocorre a desforma, as madeiras desformadas seguem para outra banca, aonde são concertadas, no caso das madeiras danificadas elas seguem para a caldeira, já as formas concertadas são levadas novamente ao canteiro aonde esperam para ser usadas novamente, assim o processo se repete como indica o Fluxograma 2. Os eucaliptos ao chegarem são

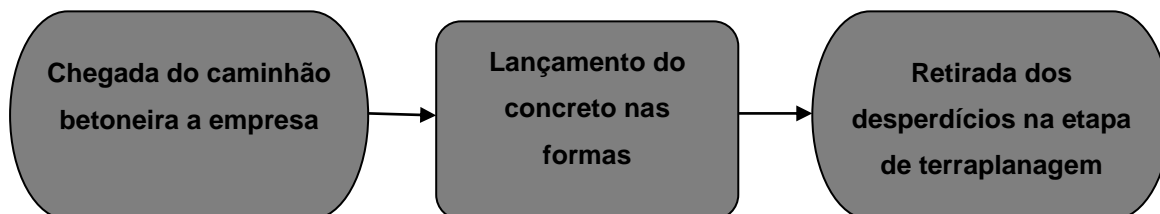
despejados próximo aonde são utilizados, depois de usados, os que quebram vão para caldeira e os que permanecem inteiros vão para o canteiro novamente.



Fluxograma 2 – Movimentação realizada pelas madeiras no canteiro de obra.

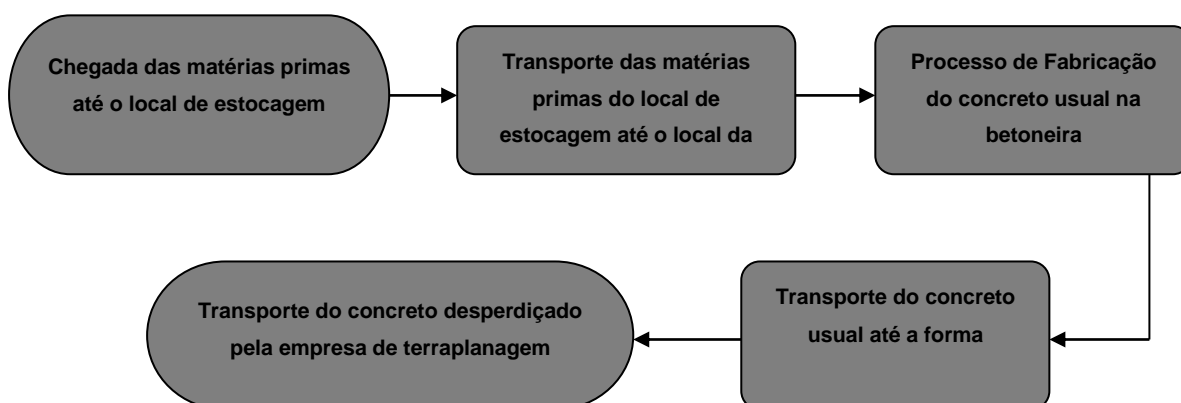
4.3.1.3 Concreto

Existem dois tipos de concretos utilizados, o primeiro é o usinado, seu transporte é simples, ele chega da indústria em caminhões betoneira que são primeiramente pesados, depois seguem para o local aonde são despejados, através de uma bomba, o concreto é lançado sobre as formas e a parte que sobra se não for aproveitada é transportada pela terceira de terraplanagem para destinação final em aterros como mostra o fluxograma 03.



Fluxograma 3 – Movimentações realizadas pelo concreto usinado.

O segundo tipo de concreto é o usual, seu processo de transporte começa com a chegada das matérias primas de sua fabricação, que são areia, brita e água. A areia e a brita são depositadas no centro da ampliação geral em grandes quantidades, depois porções menores são deslocadas para o local onde ficam as betoneiras. O cimento é estocado em galpões protegidos contra a umidade, depois também é deslocado para o local da mistura, a água vai direto do poço artesiano para galões próximo a betoneira, depois de misturado o concreto usual segue em carrinhos de mão até o local de despejo aonde com um balde são colocados nas formas, esse processo pode ser simplificado pelo Fluxograma 04.



Fluxograma 4 - Movimentações realizadas pelo concreto usual

4.3.1.4 Outros materiais

Quanto aos pregos, eles chegam junto com outros tipos de metais, porem ao chegarem seguem para o almoxarifado e depois para sua destinação final, depois de usados na banca ou no canteiro eles são recolhidos e colocados em baldes que seguem para o ferro velho.

Os discos de corte também são guardados no almoxarifado e depois que utilizados são jogados pelo canteiro, futuramente são recolhidos em baldes que seguem para o lixo, o mesmo ocorre com as embalagens de cimento.

4.3.2 Estimativa da Quantidade de Resíduos Gerados

A quantidade de resíduos gerada pela ampliação da edificação A2 foi feita pela soma dos resíduos obtidos na análise dos geradores, essa quantia foi dividida pela área total construída para obter a média de resíduos gerados por metro quadrado construído, assim é possível prever os valores de entulho que são gerados pela execução das outras edificações e outras ampliações que podem ocorrer. A quantia total de resíduos pode ser vista na tabela 20.

Tabela 20 – Estimativa da quantidade total de resíduos gerados pela ampliação A2.

	Matéria prima	Total de resíduos	Volume
Metal	Aço 16 mm	3.250m	0,653m ³
	Aço 10 mm	0m	0m ³
	Aço 08 mm	0m	0m ³
	Aço 05 mm	11.960m	0,235m ³
	Arame Recozido 1,25 mm	2.600m	0m ³
	Pregos (17x27)	380,081m	0,188m ³
Madeira	Tábua (2,5x30x300cm)	92,372	92,372m ³
	Caibro (5x8x300cm)	12,547	12,547m ³
	Madeirite (110x220cm)	2.809,148m ²	42,13m ³
	Eucalipto (7m)	88un.	10,88m ³
Concreto	Usinado	437,59m ³	434,59m ³
	Usual	13,429m ³	13,429m ³
Outros	Disco de Corte	650un.	0,092m ³
	Solo	5.427m ³	5427m ³
	Argamassa Industrial	9,23m ³	9,23m ³
	Embalagem de Cimento	6765un.	55,34m ³
	Blocos de Concreto	9.487un.	62,9m ³
TOTAL			6.164,586m³

O maior volume de entulho pode ser representado pela retirada do solo, ele é responsável por mais de 80% do volume total de entulho, o segundo maior responsável pelo volume de entulho é o concreto. A partir do volume total encontrado relaciona-se ele com a área total da edificação, assim tem-se o volume de entulho gerado por metro quadrado de ampliação.

Tabela 21 – Relação entre o volume de entulho e a área de ampliação.

Volume de Entulho	Área de Ampliação	Relação V/A
6.150,586m ³	12.430 m ²	0,494 m ³ /m ²

O valor encontrado para a relação entre Volume de entulho e Área construída foi 0,494 m³/m². Tal valor pode ser usado para estimar a quantidade de entulho que será gerada pela ampliação total, ou ser usado como parâmetro para comparar com outros tipos de obras como execução de reformas, por exemplo, ou construções comerciais e residenciais.

4.3.3 Plano de Gerenciamento

Durante o período de estudo as visitas ao canteiro de obra possibilitaram observar os métodos utilizados pela construtora para gerenciar seus materiais de construção. Pelo fato da empresa lidar com grande quantidade de materiais ela optou por tomar algumas medidas para garantir o reaproveitamento e reduzir a quantidade de resíduos gerados, o gerenciamento dos recursos foi dividido de acordo com cada material utilizado.

4.3.3.1 Madeira

Depois da atividade de concretagem vem o processo de desforma, esta etapa deve ocorrer com cuidado para evitar danos ao material ocasionando em

perdas. Caso a forma esteja pouco danificada é feito um rápido reparo no canteiro de obra mesmo, se a forma estive muito danificada ela é direcionada para a banca de reaproveitamento mostrada na Figura 14.



Figura 14 – Banca de reaproveitamento de madeiras.
Fonte: Aatoria Própria.

Na banca todos os tipos de madeira são separados como mostra a Figura 15, cada tipo de madeira é analisado, se estiver em bom estado vai para reaproveitamento, ela pode voltar a ser forma de molde para concreto, pode ser utilizada no travamento de outras formas ou como emenda de eucaliptos. No caso das parcialmente danificadas elas são utilizadas como cunha para o travamento de escoras, se a madeira estiver muito danificada não existe alternativa se não transforma-la em cavaco para servir de combustível para a caldeira da indústria.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 15 (a)- Madeira antes de entrar para a banca de reaproveitamento.

Figura 15 (b)- Madeirite já separado.

Figura 15 (c)- Tábuas e Caibros separados.

Figura 15 (d)- Madeiras destinadas à caldeira.

Fonte: Autoria Própria.

No caso dos eucaliptos, caso estiverem parcialmente danificados eles podem ser emendados através de pedaços de tábuas garantindo sua reutilização como escoras como demonstra a Figura 16, no caso dos eucaliptos com emenda a única restrição do uso seria no caso das lajes que exigem grande resistência, se o mesmo se encontrar muito comprometido ele também é usado como combustível da caldeira.



**Figura 16 – Eucalipto emendado sendo reutilizado como prumo de pilares.
Fonte: Autoria Própria.**

4.3.3.2 Metais

Os metais que foram cortados são empilhados em frente a banca de ferragens, eles podem ser reutilizados como pinos de travamento para painéis, como estribos, espaçadores ou como ferro para travamento de cortina e pilares. O entulho causado pelo ferro e alguma de suas utilidades como reaproveitamento podem ser vistas na Figura 17.



(a)



(b)

**Figura 17 (a) e (b) – Métodos de reaproveitamento do aço como travamento de cortinas de concreto.
Fonte: Autoria Própria.**

Para os ferros que não possuem uso o destino é a venda para o ferro velho, o mesmo ocorre para os pregos, que são separados em baldes na banca de reaproveitamento de madeira mostrada anteriormente pela Figura 14.

4.3.4 Plano de Melhorias

Após traçado o diagnóstico da ampliação, com o auxílio da experiência dos encarregados no questionário foi possível estudar a viabilidade de implantação de duas sugestões que poderiam acarretar em uma diminuição na geração de resíduos. A primeira sugestão está vinculada ao processo de travamento de vigas que possui o consumo de arames e barras de aço que poderiam ser utilizadas para outros fins. Já a segunda esta relacionada a um tipo de forma metálica que pode ser reutilizada muitas vezes sem ser danificada. A partir dos dois métodos sugeridos foram realizados dois estudos de viabilidade para sua implantação,

4.3.4.1 Tensores metálicos

O travamento de vigas realizado por arames e aço é considerado seguro, desde o início da obra nenhuma forma se rompeu ao ser concretada segundo os profissionais envolvidos. Porém o uso de arames, aços e muitos pregos acarreta em uma desforma complicada e um gasto excessivo de materiais. O concreto, mesmo com o uso de desmoldantes, se gruda na madeira, esse fator somado da impaciência para retirar todos os pregos e arames acarreta num grande índice de quebra de madeiras.

Uma alternativa encontrada em conjunto com o engenheiro residente foi o travamento de caixas com auxílio de tensores metálicos similares ao da Figura 18, estes seriam espaçados metro a metro ao longo da viga dentro de um material cilíndrico vasado simples, por exemplo, mangueira ou tubo. As duas chapas nas extremidades servem para aumentar a área de travamento e evitar cisalhamento da

madeira, o material cilíndrico é utilizado para evitar que o concreto se junte ao tensor. Após a concretagem o tensor é solto e martelado para fora do cilindro e pode ser utilizado novamente.

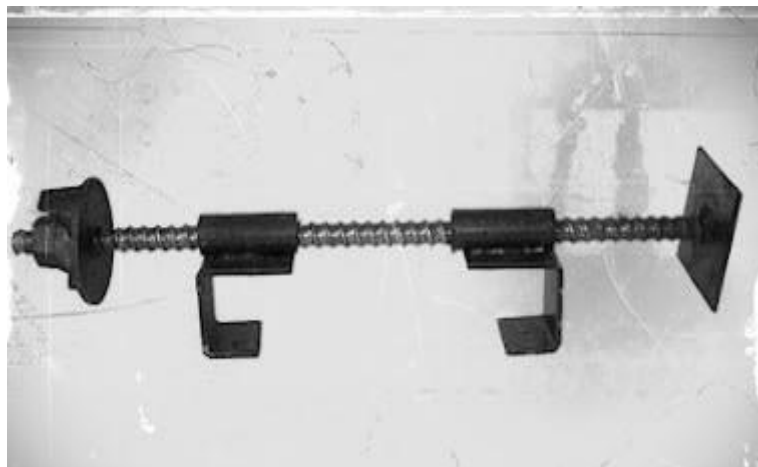


Figura 18 – Modelo de tensores que podem ser usados no travamento.
Fonte: IW8 Equipamentos.

Com esse método de travamento, os arames assim como ferros são economizados, a madeira na hora da desforma apresentará menor índice de quebra e também a empresa ganha por economizar tempo de mão de obra, ocasionalmente pode ocorrer a danificação dos tensores como a perda de porcas ou espanamento da rosca. Uma análise simples foi feita para a viabilidade desses tensores.

Primeiramente foi feito o orçamento do tensor metálico em uma metalúrgica localizada no município de São Miguel (ANEXO F), depois foram somados os custos de todos os materiais utilizados para realizar o novo método de travamento. Também foi estimado o custo dos materiais usados no travamento usado pela empresa durante o período do estudo, para a comparação o comprimento de viga usado foi 100 metros, que representa a quantidade máxima que é travada no período de concretagem pela empresa. As Tabelas 22 e 23 apresentam os valores encontrados para cada método de travamento.

Tabela 22 – Custos para o travamento de 100 metros de viga com arames e barras de aço.

Método utilizado pela Construtora			
Materiais	Quantidade	Custo Unitário	Custo Final
Aço 08 mm	0,8 m / m de Viga	R\$ 1,13 / m	R\$ 90,40
Arame Recozido	3,2 m / m de Viga	R\$ 0,5376 / m	R\$ 17,20
Custo Total			R\$107,60

O custo para o travamento de 100 metros de viga não se apresentou com preço elevado, o principal fator é que o preço dos materiais serem muito menores do que os praticados no comércio local, pois as compras de aço e arames são feitas em grande escala.

Tabela 23 – Custo para o travamento de 100 metros de viga com tensores metálicos.

Método Sugerido			
Materiais	Quantidades	Custo Unitário	Custo Final
Tensor Metálico	01 un. / m de Viga	R\$ 3,10 / un.	R\$ 310,00
Tubo Cilíndrico	0,8 m / m de Viga	R\$ 0,80 / m	R\$ 64,00
Porca	01 un. / m de Viga	R\$ 0,16 / un.	R\$ 16,00
Ripas de Caibro	02 un. / m de Viga	R\$ 1,2 / un.	R\$ 240,00
Custo Total			R\$ 630,00

Os dados da Tabela 23 mostram um custo muito maior na utilização dos tensores metálicos para a construção de 100 metros de viga, se for analisado que todos os tensores podem ser utilizados novamente e que os arames aços e pregos são perdidos em cada concretagem, no custo final de construção de todas as vigas tem-se a situação mostrada na Tabela 24.

Tabela 24 – Comparação de custos para o travamento de todas as vigas da edificação A2 a partir dos métodos estudados.

Método Usado	Método Sugerido	Custo Final
R\$ 1.913,13	R\$ 1704,00	

Com o travamento de todas as vigas o método sugerido mesmo com os altos preços dos materiais é viável economicamente, isso ocorre porque a maioria dos materiais utilizados pelo método dos tensores pode ser reutilizada, com exceção

do tubo que é perdido em cada concretagem, outro estudo para garantir a viabilidade dos tensores poderia ser feito levando em consideração os custos com mão de obra, visto que o método dos tensores exige menos trabalho.

4.3.4.2 Forma de pilares metálicos

Outra alternativa para diminuir a geração de resíduos no canteiro de obras é a utilização de formas metálicas como a demonstrada pela Figura 19. O Metal é um material extremamente vantajoso para ser utilizado no setor da construção civil, ele possui boa trabalhabilidade e alta resistência, ele pode ser cortado, soldado sem comprometer muito suas propriedades, diferente da madeira, mas o problema na utilização de formas de aço é o seu alto custo de investimento inicial. Para o uso das formas metálicas foi feita uma pequena comparação dos custos em relação às formas de madeira utilizadas pela empresa no período de estudo.

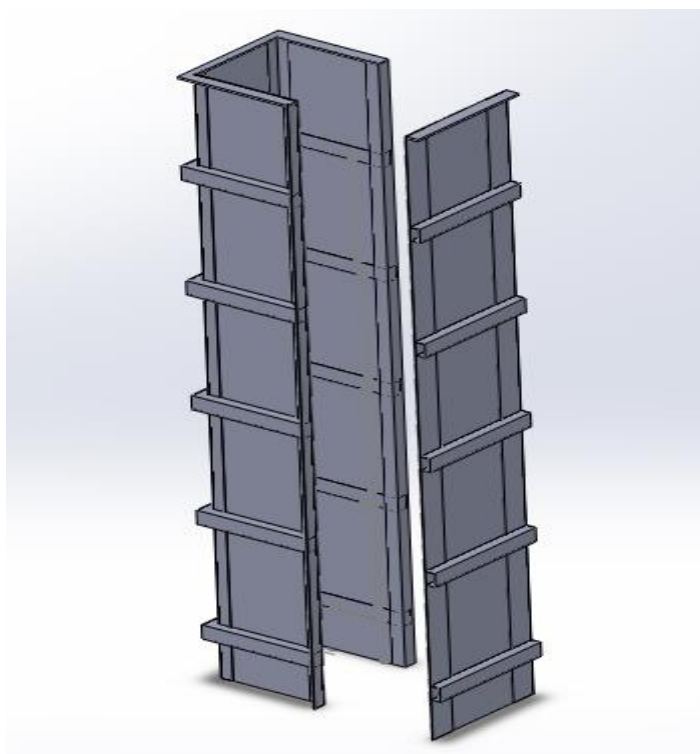


Figura 19 – Forma de Pilar Metálico
Fonte: Autoria Própria

A partir de um orçamento realizado (Anexo G), foi obtido o custo para a montagem de uma forma de pilar metálico com dimensões 40x40x600cm, que representa a maioria dos pilares do projeto, somado dos outros materiais necessários para a construção de um pilar obtém-se os dados da Tabela 25.

Tabela 25 – Custos para elaboração de uma forma metálica de um pilar.

Material	Quantidade	Custo	
Forma Metálica	01 un.		
Parafuso Parabolt	03 un.	R\$	2949,00
Arruelas	03 un.		

O preço da forma pode ser considerado elevado, segundo o fabricante o a alta se deve a grande mão de obra utilizada para a fabricação e o preço dos materiais serem elevados.

Para a comparação também foi estimado o custo para a execução de uma forma em madeira de um pilar com as mesmas dimensões, os preços utilizados para a estimativa são baseados nos últimos pedidos de materiais realizados pela empresa, o custo total da forma de madeira foi de R\$297,60 como pode ser visto na Tabela 26.

Tabela 26 – Custos para elaboração de uma forma em madeira de um pilar.

Materiais	Quantidade	Custo unitário		Custo Final	
Tábuas (Guias)	0,0459 m3	R\$	600,00 / m3	R\$	27,54
Tábuas (Gravatas)	0,0675 m3	R\$	600,00 / m3	R\$	40,50
Madeirite	5,25 m2	R\$	22,13 / m2	R\$	116,18
Caibro (Travamento)	0,108 m3	R\$	600,00 / m3	R\$	64,80
Aço 08 mm (Travamento)	65,52 m	R\$	0,64 / m	R\$	41,93
Pregos Forma	150 un.	R\$	0,0275 / un.	R\$	4,15
Pregos Travamento	90 un.	R\$	0,0275 / un.	R\$	2,50
Custo Total				R\$297,60	

Os custos dos eucaliptos e dos pregos utilizados no alinhamento (prumo) dos pilares não foram levados em consideração, pois em ambos os casos ele é necessário. No caso dos pilares em madeira, os gastos com aço utilizado no travamento é considerados somente uma vez, visto que este suporta grande quantidade de concretagens.

Para construção de somente um pilar constatou-se que a forma de pilar metálico é muito mais cara que a forma em madeira, porém se feita uma simulação de ambos os casos sendo utilizados em mais de uma concretagem, considerando os dados obtidos na análise de geradores tem-se o seguinte resultado:

Tabela 27 – Custo após a concretagem e desforma de um pilar com forma em madeira.

Entulho gerado Pela desforma de um Pilar			Custo Unitário	Custo Total
Tábua	Gravata	0,02754m3	R\$ 600 / m3	R\$ 16,52
	Guia	0,03375m3	R\$ 600 / m3	R\$ 20,25
	Caibro	0,01728 m3	R\$ 600 / m3	R\$ 10,37
	Madeirite	2,58m2	R\$ 22,13 / m2	R\$ 57,10
Prego	Forma	100un.	R\$ 0,0275 / un.	R\$ 02,75
	Travamento	180un.	R\$ 0,0275 / un.	R\$ 04,95
Custo após uma Concretagem				R\$ 112,27

O custo após a desforma se apresentou razoável, o motivo é pelos preços praticados na compra dos materiais serem muito mais baixo que o praticado pela metalúrgica, para a análise em longo prazo foi utilizado o preço da forma em madeira somado pelos custos em cada concretagem obtidos pela Tabela 27, os resultados obtidos se encontram na Tabela 28.

Tabela 28 – Comparação dos preços entre os dois tipos de formas em longo prazo.

(continua)

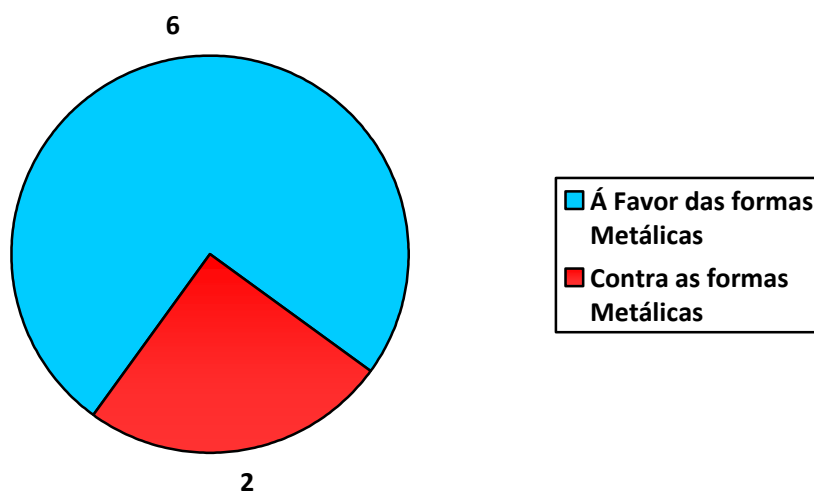
Custo	Forma de Metal	Forma de Madeira
Inicial	R\$ 2.949,00	297,60
Após 1º uso	--	409,87
Após 2º uso	--	522,14
Após 3º uso	--	634,41
Após 4º uso	--	746,68
Após 5º uso	--	858,95
Após 6º uso	--	971,22
Após 7º uso	--	1083,49
Após 8º uso	--	1195,76
Após 9º uso	--	1308,03

Tabela 28 – Comparação dos preços entre os dois tipos de formas em longo prazo.**(conclusão)**

Custo	Forma de Metal	Forma de Madeira
Após 10º uso	--	1420,30
Após 11º uso	--	1532,57
Após 12º uso	--	1644,84
Após 13º uso	--	1757,11
Após 14º uso	--	1869,38
Após 15º uso	--	1981,65
Após 16º uso	--	2093,92
Após 17º uso	--	2206,19
Após 18º uso	--	2318,46
Após 19º uso	--	2430,73
Após 20º uso	--	2655,27
Após 21º uso	--	2767,54
Após 22º uso	--	2879,81
Após 23º uso	--	2992,08

Após a análise em longo prazo foi constatada que após 23 concretagens os custos em materiais da forma em madeira passariam a ser maiores que os da forma metálica, mas na análise foi considerada apenas a mão de obra na fabricação da forma metálica. Para melhor análise um levantamento dos custos de mão de obra na etapa de montagem, travamento e reaproveitamento de formas em madeira poderia ser feito, desse modo a forma metálica poderia se tornar viável em menor prazo.

Também foi avaliada a aceitação das formas metálicas pelos profissionais envolvidos na ampliação, segundo os dados obtidos o índice de aceitação foi de 75% como pode ser visto no Gráfico 2.

**Gráfico 2 – Opinião dos encarregados em relação às formas metálicas.****Fonte: Autoria Própria.**

Segundo o encarregado Altair o principal fator que inviabiliza as formas metálicas é a variedade das dimensões estruturais encontradas na obra, em edifícios residenciais e comerciais que possuem pilares e vigas padronizados esse método poderia ser utilizado.

Outros profissionais afirmam que a grande quantidade de lama no canteiro de obra causaria muitos danos ao metal, também indicaram que a forma possui o custo muito elevado e por experiências anteriores com estas, mesmo o metal sendo um material resistente, acabou entortando.

Apesar de todos os motivos citados a maioria estaria disposta a usar o modelo de forma sugerido. A experiência dos encarregados Elizeu e João em outras obras foi bem sucedida, eles afirmaram que a velocidade de montagem e a economia em mão de obra são as principais vantagens desse método de molde para concreto armado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostra que o problema em relação aos resíduos da construção civil envolve muitas variáveis. Desde o planejamento da execução, dos materiais de construção, o clima e até a mão de obra envolvida, todos esses fatores estão relacionados à quantidade de entulho que é gerada em uma obra.

A maioria dos profissionais que trabalham na ampliação conhecem as práticas para diminuir a geração dos resíduos, porém a busca pelo melhor desempenho, alcance das metas e o cumprimento de cronogramas ocasionam o não uso das destas.

Durante o estudo foi notado que durante a observação o cuidado na etapa de desforma, que é a maior responsável pela geração de madeira como resíduo, era muito maior se comparado aos dados obtidos após a atividade sem observação. A grande quantidade de funcionários em canteiro de obra e a contratação constante de funcionários com mão de obra desqualificada favorecem o desperdício de vários materiais.

As soluções buscadas para diminuir a quantidade de entulho após os estudos de viabilidade econômica se mostraram duvidosas, sendo positivas apenas do ponto de vista ambiental. É necessário o levantamento de mais custos envolvidos nos processos para comparar ao método sugerido pelo autor.

Outro fator que influencia a geração é exclusivo desse estudo de caso e esta relacionado à empresa contratante. Pelos fornecedores serem fixos os preços praticados pela empresa na compra de materiais de construção é muito inferior se comparado ao comércio local, isso torna os métodos de reaproveitamento inviáveis economicamente, já o planejamento de execução esta em constante mudança devido às exigências da contratante, ocasionando no descarte de formas visto que as dimensões das estruturas mudam completamente.

Para concluir, o diagnóstico realizado demonstrou que a maioria das perdas de materiais e entulhos gerados tem destinação final correta que evita com que estes sejam despejados em aterros clandestinos, em relação as formas que restam no final da obra, existe a possibilidade que a empresa faça uma nova ampliação nos próximos meses oque garantindo seu uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Estudo panorama setorial de construção civil**. Distrito Federal, 2005

ÂNGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. [dissertação] Universidade de São Paulo, Faculdade de Engenharia. São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Informações técnicas – definição e classificação**. São Paulo (SP), 2003. Disponível em <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4>> Acesso em: 02 de agosto de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo (SP). Disponível em < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>> Acesso em: 14 de agosto de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **Usos recomendados para resíduos reciclados**. Disponível em < <http://www.abrecon.com.br/>> Acesso 05 de agosto de 2013.

BAHUER, L, A, F. **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO 1**. Ed LTC Ltda, 5ª Ed, 2001

BRASIL. **Resolução CONAMA n°. 307, de 5 de Julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de julho de 2004.

BARBOSA, M.R. BASTOS, P.S.S. **Traços de concreto para obras de pequeno porte**. Concreto e Construção, v. XXXVI, IBRACON, p. 32-36, 2008 Disponível em <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/site_paulo/Artigo%20Tracos%20Concreto-Paulo%20Bastos.pdf> Acesso em: 05 de julho de 2014.

CARNAÚBA, T. M. G. V. **Proposta de gerenciamento de resíduos sólidos em obras de edificações verticais**. 2009. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos.** NORIE/UFRGS, 2000.

FREITAS, Isabela Mauricio. **Os resíduos de construção civil no município de Araraquara/SP.** Dissertação (Mestrado) – Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, UNIARA. Araraquara, 2009.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Pioneira, 2001.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo. Atlas, 2002. 176 p.

INABA, Roberto. **Construções metálicas: O uso do aço na construção civil.** Portal Metálica, Artigos Técnicos. Disponível em <<http://www.metallica.com.br/construcoes-metallicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil>> Acesso 15 de Julho de 2013

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil:** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. [livre docência] Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Tech. Report No 72, CIFE, Stanford Univ., CA, 1992.

LA SERNA, H. A de; REZENDE, M. M. **Agregados para a construção civil, 2009. Anais eletrônicos...** Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados Para construção civil, São Paulo, 2009. Disponível em <<http://anepac.org.br/wp/wp-content/uploads/2011/07/DNPM2009.pdf>> Acesso em: 31 de julho de 2013.

LIMA, Jose Antonio Ribeiro de. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclados e de suas aplicações em argamassas e concretos.** Dissertação (Mestrado) – Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos.** Distrito Federal, 2010.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa – Características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisa em Administração**, vol. 1, n. 3, 1996.

OYAMA, R. A.;MOTA, W. S. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em uma obra vertical**. 2010. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, 2010.

PINTO, T. de P.; GONZÁLES, Juan L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005.

PASA, C. C. M. U. **Utilização do modelo de referência para a melhoria dos processos construtivos de edificações buscando a redução da geração de resíduos no setor de construções residenciais**. 2012, 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 218f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo 1999.

RECEITA FEDERAL. **Regularização de obra de construção civil**. Disponível em <<http://www.receita.fazenda.gov.br/previdencia/constrcivil.htm>> Acesso 02 de agosto de 2013

RIBEIRO, Simone. **Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção civil da região metropolitana de São Paulo**. 2008. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2008.

RIBEIRO JR, R. **Proposta de um manual para gestão de resíduos da construção civil em cidades brasileiras**. 2009. 211f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2009.

SCHENINI, P.C.; BAGNATI, M.Z.; CARDOSO, A.C.F. **Gestão de resíduos da construção**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 10 a 14 de outubro de 2004. Florianópolis, 2004. SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 28 de julho de 2013.

SINDUSCON-MG. **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. Belo Horizonte, 2005.

SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**. São Paulo, 2005.

WIENS, Ivy Karina. **A gestão de resíduos da construção civil**: Iniciativas na bacia hidrográfica TIETÊ-JACARÉ e uma proposta para o município de Bauru (SP). Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2008.

APÊNCIDE A - Roteiro do Questionário

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Coordenação de Engenharia de Produção

Informações Gerais

Nome Completo: _____.

Cargo na empresa: _____ . Data de admissão: ____ / ____ / ____ .

Tempo de experiência no setor da construção civil: _____ .

Resíduos da Construção Civil

1) Qual dos processos construtivos a seguir é responsável, em sua opinião, pela maior quantidade de geração de resíduos? Explique por que.

- () - Construção de Blocos
- () - Construção de Pilares
- () - Construção de Vigas
- () - Construção de Laje Maciça
- () - Paredes de Fechamento (Alvenaria)
- () - Acabamentos (Muretas)

_____.

_____.

_____.

_____.

2) Marque os materiais de construção que possuem grandes índices de perdas, descreva em quais processos.

- () - Madeira : Considerar Tábuas (2,5X30X300) / Caibro (5X8X300) / Maderite (1,5X110X220);

_____.

_____.

_____.

- () - Concreto : Considerar Usinado e Usual;

_____.

_____.

_____.

- () - Argamassa : Considerar Assentamento e Reboco;

_____.

_____.

_____.

() - Aço: Considerar todos os diâmetros e também pregos;

3) Existe algum método de reaproveitamento de materiais de construção? Descreva.

() - SIM
() - NÃO

4) Em sua opinião existe a possibilidade de utilizar formas metálicas nos processos construtivos da empresa? Explique sua escolha.

() - SIM
() - NÃO

5) Que outros métodos você adotaria para reduzir a geração de resíduos no setor.

ASSINATURA DO ENTREVISTADO

ANEXO A - Projeto de fundações da Edificação A2

- O ANEXO Projeto de fundações da Edificação A2 se encontra impresso na Coordenação do Curso e na Biblioteca da UTFPR- Câmpus Medianeira -

ANEXO B- Projeto Estrutural da Edificação A2

- O ANEXO Projeto Estrutural da Edificação A2 se encontra impresso na Coordenação do Curso e na Biblioteca da UTFPR- Câmpus Medianeira -

ANEXO C - Projeto Arquitetônico do Pavimento Inferior da Edificação A2

- O ANEXO Projeto Arquitetônico do Pavimento Inferior da Edificação A2 se encontra impresso na Coordenação do Curso e na Biblioteca da UTFPR- Câmpus Medianeira -

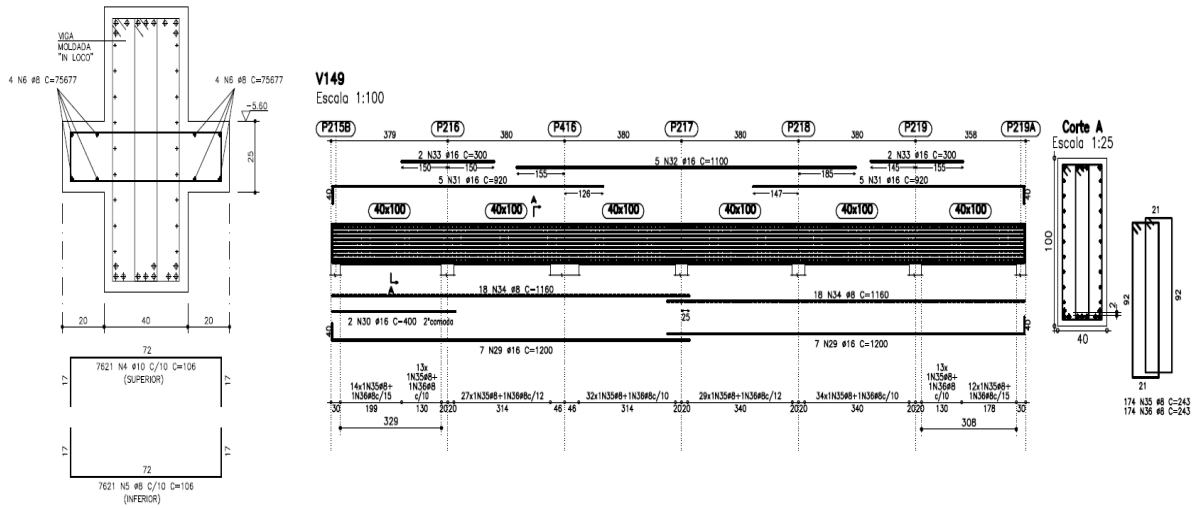
ANEXO D – Projeto Arquitetônico do Pavimento Térreo da Edificação A2

- O ANEXO Projeto Arquitetônico do Pavimento Térreo da Edificação A2 se encontra impresso na Coordenação do Curso e na Biblioteca da UTFPR- Câmpus Medianeira

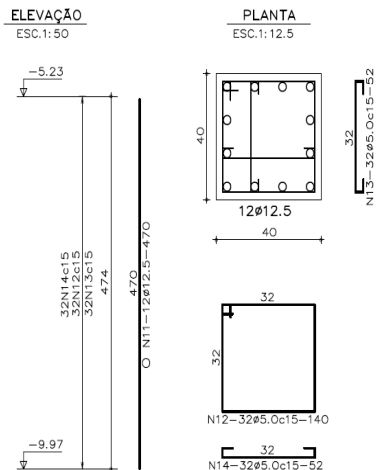
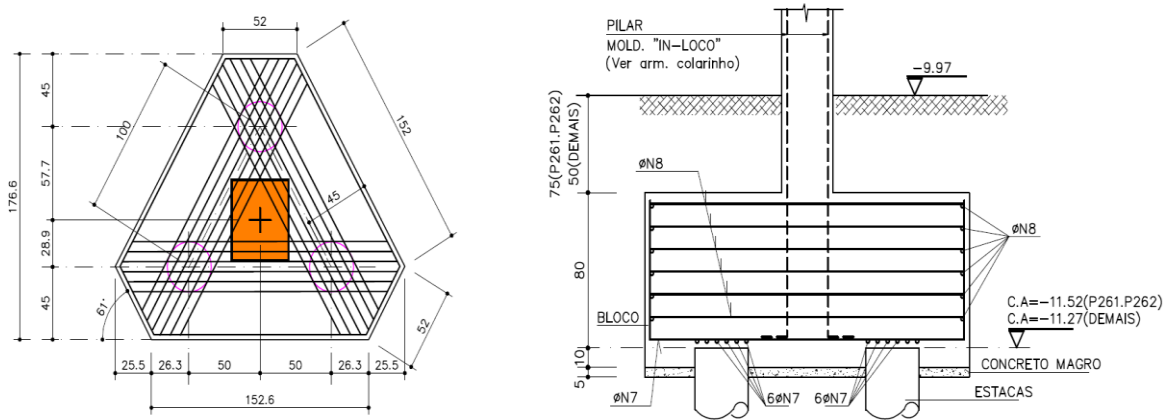
ANEXO E – Projetos das Estruturas

CONSOLO 20x25 (DUPLA) (SEÇÃO S2):
 (p/ V104,...,V109, V113,...,V115, V117,...,V121,
 V125,...,V129, V133,...,V137, V140,...,V144, V148,
 V149, V155, V156, V161, V162, V168 e V169)
 ESC: 1:12,5

MODELO DE VIGA UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DOS DADOS



MODELO DE BLOCO UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DE DADOS



MODELO DE PILAR UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DOS DADOS

ANEXO F – Orçamento tensor metálico.

- O ANEXO Orçamento: tensor metálico se encontra impresso na Coordenação do Curso e na Biblioteca da UTFPR- Câmpus Medianeira -

ANEXO G – Orçamento: Forma metálica para pilares.

- O ANEXO Orçamento: Forma metálica para pilares se encontra impresso na Coordenação do Curso e na Biblioteca da UTFPR- Câmpus Medianeira -