



**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LEVANTAMENTO DO GERENCIAMENTO DO RESÍDUO DE  
MADEIRA UTILIZADA PARA A CONFECÇÃO DE FÔRMAS  
DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ARLETE SIMONE MOSSMANN**

**São Leopoldo, Agosto de 2011**

**ARLETE SIMONE MOSSMANN**

**LEVANTAMENTO DO GERENCIAMENTO DO RESÍDUO DE  
MADEIRA UTILIZADA PARA CONFECÇÃO DE FÔRMAS DE  
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Parisi Kern

**São Leopoldo**

**2011**

M9131 Mossmann, Arlete Simone

Levantamento do gerenciamento do resíduo de madeira utilizada para a confecção de fôrmas de estrutura de concreto armado / Arlete Simone Mossmann. -- 2011.

102 f. : il. ; 30cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2011.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrea Parisi Kern.

1. Construção civil. 2. Resíduos de madeira. 3. Gerenciamento de resíduos. 4. Estrutura de concreto - Fôrmas. I. Título. II. Kern, Andrea Parisi.

CDU 624

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecária Eliete Mari Doncato Brasil - CRB 10/1184

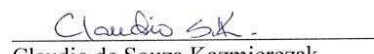
**ARLETE SIMONE MOSSMANN**

**“LEVANTAMENTO DO GERENCIAMENTO DO RESÍDUO  
DE MADEIRA UTILIZADA PARA CONFECCÃO DE  
FÔRMAS DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovada em 24 de agosto de 2011.

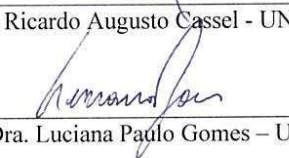
  
Andrea Parisi Kern  
Orientadora

  
Claudio de Souza Kazmierczak  
Coordenador do PPGEC/UNISINOS

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Luiz Fernando Mahlmann Heineck – UFC

Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel - UNISINOS

  
Prof. Dra. Luciana Paulo Gomes – UNISINOS

Dedico esta conquista a todos que  
acreditaram no meu potencial e  
torceram por mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Estou muito feliz em poder dedicar algumas palavras a pessoas muito queridas, após finalizar uma etapa tão importante, à qual lutei muito para conquistar.

A Deus, pela presença iluminada na minha vida, que, através da sua benção, me deu força para chegar neste momento com saúde.

À família, minha e do Vinicius, sem ela não existe nenhuma força nem perseverança, a qual está sempre presente na minha vida, seja nas alegrias e tristezas.

Especialmente à minha mãe Ana Lúcia, minha irmã Mara e ao Vini, pessoas que amo muito; NADA teria sentido sem a participação e torcida de vocês!

À minha orientadora, que além de toda contribuição, desde a conquista da bolsa de estudos, mostrou-se uma verdadeira amiga; agradeço a ela de forma especial, pois além dos ensinamentos, companheirismo e amizade, têm princípios iguais aos que conservo e levo na minha vida, para atingir equilíbrio, sucesso profissional e realização pessoal, sem no entanto esquecer de amar e compartilhar com quem está ao nosso lado.

Aos professores que contribuíram para o meu crescimento, seja com novas aprendizagens, novos valores ou novas atitudes.

Ao grupo de gestão e sustentabilidade na construção, professores e colegas que deram sua contribuição. Ao bolsista Alan, muito obrigada pela sua ajuda e torcida.

Aos meus colegas de mestrado; cada um contribuiu e valorizou este passo na minha vida.

Às verdadeiras e diversas amigadas que nasceram no mestrado: Carine, Fernanda e Mônica, nossos encontros foram sempre muito motivadores para esta conquista. Obrigada pelo apoio e incentivo e por me ouvir quando precisava desabafar.

Ao Sinduscon de Novo Hamburgo e todas as empresas que contribuíram para desenvolver este trabalho.

A Capes/Prosup pela concessão da bolsa de estudos.

A mim, que encontrei forças e vontade para continuar sempre!

## RESUMO

### LEVANTAMENTO DO GERENCIAMENTO DO RESÍDUO DE MADEIRA UTILIZADA PARA CONFECÇÃO DE FÔRMAS DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

ARLETE SIMONE MOSSMANN

A preocupação ambiental e o interesse dos empresários da construção civil em atender à legislação, desperta a pesquisa para encontrar soluções para os problemas decorrentes da geração de resíduos da construção civil. Um sistema de gerenciamento de resíduo exige mudanças no comportamento de empresas e deve incluir práticas que buscam evitar e reduzir a geração, reutilizar e reciclar o resíduo gerado, reduzir o volume e dispor de forma adequada o restante. Esse trabalho tem foco no resíduo de madeira gerado na confecção de fôrmas de estrutura de concreto armado e tem por objetivo geral apresentar o levantamento de gerenciamento desse resíduo. Como estratégia de pesquisa foi utilizada o estudo de caso com múltiplas fontes de evidências, envolvendo pesquisa com empresas construtoras, fornecedoras da matéria prima, transportadoras e receptoras dos resíduos. O trabalho foi realizado em duas etapas, que envolvem: um diagnóstico sobre como empresas construtoras de Novo Hamburgo/RS gerenciam o resíduo de madeira de fôrmas para concreto e uma pesquisa sobre programas computacionais de plano de corte utilizado pelo setor moveleiro, para adaptação na construção civil a fim de racionalizar o uso da matéria prima e diminuir a geração de resíduos. Como resultado, o trabalho aponta a dificuldade em gerenciar o resíduo de madeira de fôrmas para concreto pelas empresas construtoras. Não foram identificadas práticas de racionalização do uso e reciclagem e, foram diagnosticados problemas no destino final dado ao resíduo. Como alternativa, o trabalho mostra resultados de economia de material a partir do uso de programa computacional de plano de corte.

**Palavras-chave:** Construção civil, resíduos de madeira, racionalização, gerenciamento de resíduos.

# **ABSTRACT**

## **WASTE MANAGEMENT SURVEY OF WOOD USED FOR MAKING MOULDS FOR CONCRETE STRUCTURE**

**ARLETE SIMONE MOSSMANN**

The environmental concern and the interest of the construction industry in complying with the legislation arouses the research to find solutions to problems regarding the generation of construction waste. A waste management system requires a behavior change in companies and should include practices that seek to prevent and reduce the amount of waste generated, its proper disposal, reuse and recycle. This work is focused on the wood waste generated due to the manufacture of molds for concrete structure and aims to present a survey on how this waste is managed. As a research strategy, it was mainly based on the study of cases with multiple sources of evidence, involving research with construction companies, raw material suppliers, carriers and receivers of this waste. The work was performed in two steps involving: a diagnosis of how construction companies in Novo Hamburgo/RS manage wood waste and a survey about computer programs used by the furniture sector aiming to adapt it to the construction sector in order to rationalize the use of wood and reduce waste generation. As a result, the study highlights the difficulties faced by construction companies to manage wood waste. Practices to rationalize the use and to recycle the material were not identified and serious problems regarding the final destination of waste were diagnosed. Alternatively, this paper shows the results on raw material savings from the use of computer program on a cutting plan.

Keywords: civil construction, wood waste, rationalization, waste management.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Esquema da produção de estrutura de concreto armado moldado no local .....	22
Figura 2.2: Diagnóstico RCD em Erechim-RS .....	26
Figura 2.3: Ações para a gestão de resíduos.....	28
Figura 2.4: Configuração do plano de corte .....	31
Figura 2.5: Divulgação de soluções de resíduos das empresas - parcial.....	34
Figura 2.6: Reciclagem de madeira .....	35
Figura 2.7: Fluxograma simplificado do processo de recepção, triagem e deposição de RCD .....	37
Figura 2.8: Fluxograma típico das atividades desenvolvidas numa instalação de aterro .....	38
Figura 2.9: Fluxograma de gerenciamento de resíduos perigosos .....	39
Figura 3.1: Delineamento da pesquisa.....	43
Figura 3.2: Questionário aplicado em empresas construtoras de Novo Hamburgo.....	45
Figura 3.3: Questionário aplicado na FEPAM .....	47
Figura 3.4: Questionário aplicado na Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo .....	48
Figura 3.5: Planta de fôrmas - Obra 1 .....	51
Figura 3.6: Planta de fôrmas - Obra 2 .....	52
Figura 3.7: Programa computacional utilizado .....	54
Figura 4.1: Armazenamento de resíduos de madeira em um canteiro de obras.....	56
Figura 4.2: Área de Novo Hamburgo licenciada (LI) para disposição de RCD.....	62
Figura 4.3: Resíduos despejados por carroceiros na área a ser licenciada.....	63
Figura 4.4: Plano de corte gerado pelo uso do programa computacional .....	67
Figura 4.5: Resultados em quantidade de número de chapas .....	68

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: Consumos percentuais dos diferentes usos de madeira na construção.....	19
TABELA 2.2: Composição dos custos de estrutura de concreto armado .....	23
TABELA 2.3: Percentual de volume de resíduos de diferentes materiais de obras em Blumenau - SC .....	24
TABELA 2.4: Geração de RCD em São Paulo - SP .....	25
TABELA 2.5: Geração de RCD Salvador - BA .....	25
TABELA 2.6: Geração RCD em São Paulo - SP e Recife - PE.....	26
TABELA 2.7: Opções de tratamento e destinação de cada tipo de resíduo.....	40
TABELA 3.1: Lista de peças de madeira (compensada) para confecção da fôrma .....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente  
ACGHI – American Conference of Governmental Industrial Hygienists  
ANAB – Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica  
AQUA – Alta Qualidade Ambiental  
ARC – Agregados reciclados de concreto  
BR – Boil resistente  
CAGED – Cadastro Geral dos Empregados e Desempregados  
CAIXA – Caixa Econômica Federal  
CAS – Chemical Abstract Substance  
CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura  
DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana  
EPA - Agência de Proteção Ambiental  
FEPAM – Federação de Proteção Ambiental  
FF – Fenol-formaldeído  
FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia  
INCA – Instituto Nacional do Câncer  
INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social  
LEED – Leadership in Energy & Environmental Design  
LI – Licença de Instalação  
LO – Licença de Operação  
MDF – Medium Density Fiberboard  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PIB - Produto Interno Bruto  
RCC – Resíduos da Construção Civil  
RCD - Resíduos de Construção e Demolição  
SEMAM – Secretaria de Meio Ambiente de Novo Hamburgo  
SINDUSCON – Sindicato das Indústrias da Construção Civil  
UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
WBP – Weather and Boil Proof

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE SIGLAS .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	12
Objetivos.....	17
Estrutura do trabalho .....	17
2 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	18
2.1 O uso da madeira como fôrma de estrutura de concreto .....	20
2.2 Os resíduos de madeira na construção .....	23
2.3 Sistema de gestão de resíduos .....	27
2.3.1 Ações pró-ativas de gestão de resíduos .....	28
2.3.2 Ações corretivas de gestão de resíduos .....	32
2.3.2.1 Reciclagem e reuso.....	32
2.3.2.2 Destino final.....	35
3 MÉTODO DE PESQUISA .....	42
3.1 Etapa 1: Investigação de como as empresas construtoras gerenciam o uso e resíduo da madeira utilizada na fabricação de fôrmas para concreto.....	43
3.2 Etapa 2: Programas computacionais para plano de corte .....	49
3.2.1 Identificação de programas computacionais de plano de corte.....	49
3.2.2 Simulação do uso de programa de plano de corte .....	50
4. RESULTADOS .....	55
4.1 Gerenciamento de resíduos de madeira realizado pelas empresas entrevistadas .....	55
4.2 Plano de corte para confecção de fôrmas de construção .....	64
4.2.1 Programas utilizados pelas empresas do ramo moveleiro .....	64
4.2.2 Simulação do uso do programa para as Obras 1 e 2.....	66
4.2.3 Avaliação do uso do programa de plano de corte: percepção da utilidade e facilidade de uso .....	69
CONCLUSÃO .....	71
SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
APÊNDICES.....	80

# 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem um papel importante na economia nacional, tendo em vista a expressiva participação no Produto Interno Bruto (PIB) e na geração de empregos do país. Segundo informações da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em 2010, a participação da indústria da construção no PIB cresceu acima de 11%, sendo o melhor resultado nos últimos 24 anos (CBIC, 2010).

De acordo com as informações inseridas no Ministério do Trabalho, através do Cadastro Geral dos Empregados e Desempregados (CAGED), o emprego formal da construção civil cresceu 15,10% no período de janeiro a outubro de 2010, gerando mais de 340 mil empregos formais neste período. (CBIC, 2010). Segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2008 havia 56,6 mil empresas ativas de construção civil, sendo que destas, 25,3% estavam localizadas na região Sul, e empregavam 1,822 milhão de pessoas.

Esses dados expressam o cenário atual de aquecimento da indústria da construção civil que apresenta um grande número de obras em execução nos diferentes setores: moradias, indústrias, estradas, obras de arte e infra-estrutura.

Em contraponto, a construção civil aparece, também, como uma indústria que produz forte impacto ao meio-ambiente, principalmente pelo alto consumo de matéria prima natural e pela grande geração de resíduos sólidos urbanos. Segundo Pulselli; Simoncini e Pulselli (2007), a indústria da construção civil é responsável por alta emissão de CO<sub>2</sub>, pela extração de 30% a 40% de todos os recursos naturais e pela produção de até 50% dos rejeitos urbanos produzidos no planeta. Por exemplo, de acordo com os dados da Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica - ANAB (2010), a construção consome 34% da água doce disponível e 55% de madeira não certificada. Em termos de geração de resíduos, de acordo com ANAB

(2010), a construção civil produz 67% da massa total de resíduos sólidos urbanos, o que corresponde a 50% do volume total de resíduos gerados.

Os impactos ambientais causados pela construção civil têm sido pauta corrente de discussão, especialmente na academia, tendo em vista que a indústria da construção e o ambiente construído devem ser considerados como duas áreas-chaves para se obter o desenvolvimento sustentável na sociedade (WEINSTOCK, 2000). O Relatório Brundtland define como desenvolvimento sustentável, o “desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades do presente sem comprometer a habilidade de futuras gerações de encontrar suas próprias necessidades” (ONU, 1987).

A extração e beneficiamento das matérias-primas, passando pelo planejamento, projeto e construção de edificação, englobando o gerenciamento dos resíduos resultantes é entendida como construção sustentável (PLESSIS, 2002).

Segundo John (2000), o desenvolvimento sustentável requer ações como a desmaterialização da economia e da construção. Ou seja, construir mais usando menos materiais; substituir matérias-primas naturais por resíduos, reduzindo a pressão sobre a natureza e o volume de material nos aterros, sem aumentar outros impactos ambientais.

De consenso internacional, percebe-se a necessidade da criação de uma Agenda para Construção Sustentável, a fim de ajudar a dirigir os trabalhos na implementação de princípios de sustentabilidade no setor da construção civil. Assim, a partir da II Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável ocorrida em 1992, no Rio de Janeiro, foi elaborada a Agenda para o Século XXI, popularmente conhecida como Agenda 21. Essa Agenda consiste num documento elaborado por governos e instituições da sociedade civil de 179 países, traduzindo propostas de ações para o conceito de desenvolvimento sustentável, com a intenção de se tornar um agente de ligação global entre as agendas existentes (WEINSTOCK, 2000).

A Agenda 21 para a Construção Sustentável (International Council for Building, 2000) descreve algumas características que devem ser perseguidas para que as construções se tornem menos agressivas ao meio ambiente, como os impactos causados pelos materiais de construção, a redução de sua utilização, a

capacidade de reutilização e reciclagem dos materiais e a redução do conteúdo energético destes. Também aborda a conservação de recursos naturais, inserindo a responsabilidade do setor construtivo pela grande utilização destes recursos.

Atualmente é observada uma crescente conscientização ambiental, alterando a postura das organizações, dando ênfase a planos de caráter social e ambiental, além de econômicos. (ZAMBRANO et al., 2009). Essa conscientização pressiona para que as atividades na construção civil adotem soluções e critérios construtivos menos impactantes, com base conceitual alicerçada nos princípios da sustentabilidade (ALTOÉ; ALVAREZ, 2009).

No que diz respeito a elevada geração de resíduos, uma importante iniciativa na legislação nacional consiste na criação da Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em julho de 2002, que estabelece medidas para os geradores e prefeituras municipais. Aos geradores cabe a gestão de seus resíduos, incluindo meios de minimização, reutilização e reciclagem e às prefeituras, a gestão das pequenas cargas de entulho e a regulamentação, a orientação, a fiscalização e o controle das ações dos geradores (CONAMA, 2002).

Uma das principais causas de geração de resíduos de construção, amplamente denominados de RCC - Resíduos da Construção Civil -, ou RCD – Resíduos de Construção e Demolição, é a perda física de materiais, ou desperdício, que pode ser entendido como o material consumido além do que seria necessário para executar a obra. Embora parte do material perdido em canteiros de obras seja incorporada na própria estrutura, em alguns casos, as perdas podem atingir porcentagens bastante elevadas, cerca de 50%, e saem das obras na forma de resíduos (ZORDAN, 2000).

Devido à falta de ações eficientes no controle da disposição irregular de RCD nos municípios, são gastos cerca de R\$ 2 milhões por mês com recolhimento destes resíduos, dispostos irregularmente e clandestinamente em centros urbanos acima de dois milhões de habitantes (BLUMENSCHNEIN, 2007).

Para otimizar o consumo de matéria prima e reduzir o volume de resíduos nas obras, é necessária a adoção de medidas eficientes por parte dos profissionais, envolvendo desde a fase de planejamento, projeto, até a execução. Como exemplo podem ser citadas medidas como: aprimoramento de processos e projetos,

treinamento de colaboradores, limpeza do local de trabalho, emprego de materiais e ferramentas adequadas, bem como o gerenciamento eficiente de estoque e a adoção de novas tecnologias construtivas (JOHN; APOGYAN, 2000).

Além das medidas citadas, a otimização do consumo de matéria prima natural, com conseqüente minimização de resíduos, pode ser obtida a partir de processos ou sistemas racionalizados, modulados e industrializados, mais comumente empregados na construção de empreendimentos de grande porte. No entanto, é possível concluir que, pelas elevadas quantidades de geração de resíduo da construção apresentadas pela bibliografia, a falta de racionalização ainda é muito presente na indústria da construção civil brasileira.

Por outro lado, no meio acadêmico, o gerenciamento de resíduos de construção e demolição é uma questão que está cada vez mais presente na pauta de discussão. Desde o final da década passada, a especialização no tratamento e reutilização do RCD, entre outros, estão conformando um respeitável e sólido ramo da engenharia civil, atento à necessidade de usar racionalmente os recursos não renováveis e reduzir o descarte de rejeitos evitáveis (PINTO, 1999).

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de propor soluções eficazes para diferentes resíduos da construção civil, especialmente estudos voltados a resíduos de argamassa, concreto e blocos, incluindo a busca pelo reaproveitamento destes resíduos incorporados em outros produtos. Como exemplos podem ser citados os trabalhos de Werle, 2010, que trata do estudo das propriedades mecânicas de resistência à compressão e tração e questões relacionadas com durabilidade com ênfase na carbonatação, de concretos com agregados reciclados de concreto (ARC) e o estudo da influência da utilização de agregados reciclados de concretos para a produção de novos concretos. Outro exemplo é o estudo sobre a verificação da potencialidade de reciclagem dos resíduos gerados pela indústria de pré-fabricados em concreto (GONÇALVES, 2011).

Entretanto, encontra-se na literatura poucos estudos envolvendo a madeira, que é um recurso natural extremamente nobre, porém na maioria das vezes, é utilizada de forma pouco racional, com significativa geração de resíduos. Trata-se de um material muito empregado na confecção de fôrmas de estrutura de concreto armado. Sua ampla utilização pode ser percebida através do alto consumo de concreto na construção civil. O concreto é apontado por Brunauer e Copeland



(1964) *apud* Metha (2008) como o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água. Segundo os autores, na construção civil é o material mais utilizado, obtendo a proporção de dez para um em relação ao consumo de aço, em muitos países.

Desta forma, o presente trabalho tem como objeto de estudo os resíduos de madeira utilizada na confecção de fôrmas de elementos estruturais de concreto armado. A motivação para a realização do estudo ocorreu devido à preocupação da autora quanto à forma pouco racional do uso de madeira durante o processo construtivo das obras em que atua como engenheira, resultando, ao final do uso, em grandes estoques de resíduos de limitada reutilização ou reciclagem. Devido a variedade e tamanho das peças de madeiras, os estoques desse material são geralmente desorganizados, necessitando de espaço físico e comprometendo o aspecto visual dos canteiros. Os resíduos não reutilizados são recolhidos por empresas transportadoras de entulhos (caçambas), cadastradas no município, sendo que o destino final é desconhecido, um fato preocupante às empresas construtoras, responsáveis pelo gerenciamento do resíduo (da geração à disposição final).

Desta forma, a questão de pesquisa desse trabalho consiste em:

*“Como gerenciar o resíduo de madeira utilizada como fôrma de estrutura de concreto armado, incluindo ações para racionalização do uso da matéria-prima e descarte adequado do resíduo final”.*

Neste contexto, esta pesquisa tem como propósito encontrar alternativas de redução do consumo de madeira utilizada na confecção de fôrmas de estrutura de concreto armado e identificar soluções adequadas para disposição dos resíduos deste material.

A pesquisa foi realizada a partir de um estudo de caso, envolvendo empresas construtoras da cidade de Novo Hamburgo-RS, associadas ao Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) da mesma cidade, no âmbito de um convênio de pesquisa firmado entre o Sindicato e o Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

## **Objetivos**

O principal objetivo deste trabalho é apresentar um levantamento do gerenciamento do resíduo de madeira utilizada como fôrma de estrutura de concreto armado.

Para atingir o objetivo principal se propõe como objetivos específicos:

a) Investigar como as empresas construtoras de Novo Hamburgo gerenciam os resíduos de madeira utilizada na confecção de fôrmas de elementos estruturais;

b) Identificar programas computacionais que possam auxiliar na otimização do uso da madeira e redução de resíduos, simular e avaliar o uso deste programas na construção, abordando aspectos de utilidade e facilidade de uso.

## **Estrutura do trabalho**

A dissertação está dividida em cinco capítulos. No primeiro, a introdução traz um panorama sobre o tema, os objetivos geral e específicos, a contextualização do problema de pesquisa e sua justificativa. No capítulo 2 se apresenta a revisão bibliográfica, apresentando dados sobre o uso da madeira na construção civil e os resíduos gerados. Esse capítulo também aborda questões sobre sistemas de gestão de resíduos na construção civil.

O capítulo 3 apresenta o método de pesquisa, explicando a técnica utilizada para alcançar os objetivos deste estudo e o capítulo 4 apresenta e analisa os resultados alcançados. Por fim, o capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho e as considerações finais.

## **2 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (2006), a construção civil consome cerca de 21% da madeira serrada no Brasil; o setor moveleiro consome 31%, e o restante é consumido por outros setores, dentre eles o de embalagem. Em termos de volume, conforme Remade (2010), o setor da construção civil utiliza em torno de 4,6 milhões de metros cúbicos anualmente e dependerá, cada vez mais, do abastecimento de madeiras de reflorestamentos.

Dois grandes impactos ambientais podem ser relacionados com o uso da madeira na construção civil. Em primeiro lugar, o alto consumo de recurso natural, pois ainda que a madeira seja um recurso renovável, geralmente as florestas não são corretamente manejadas, o que impossibilita a sustentabilidade deste ecossistema (ZORDAN, 1997). Num segundo lugar, a alta quantidade de geração de resíduos, que causa impactos como a redução da biodiversidade e a contaminação de solo. Em virtude destes impactos, a necessidade de encontrar formas de otimizar o uso e gerenciar os resíduos de madeira tem relevância para o desenvolvimento sustentável.

Na construção civil a madeira é utilizada de diversas formas: uso temporário, durante a fase de execução da obra, sendo descartada posteriormente, e uso definitivo, quando o material fica incorporado ao produto. O uso temporário ocorre: na fase preliminar da obra (instalações provisórias e tapumes), na locação da obra (gabarito), na execução de fôrmas de concreto, incluindo escoramentos e como andaimes e plataformas de trabalho. De maneira definitiva, a madeira é usada em esquadrias, forros, pisos, forros e estruturas de cobertura e casos onde a madeira é

utilizada como estrutura e vedação (paredes) (SOBRAL et al, 2002 apud Ferreira, 2003)<sup>1</sup>.

Os produtos de madeira também são variados, podendo ser de nenhum ou pouco processamento - de madeira roliça, até vários graus de beneficiamento, como: madeira serrada e beneficiada, lâminas, painéis de madeira e madeira com produtos preservativos (SOBRAL et al , 2002 apud FERREIRA, 2003).

Foram encontrados poucos estudos recentes que apresentam resultados quantitativos sobre o uso da madeira pela construção. Utilizando como base os resultados da pesquisa realizada por Sobral et al. (2002) apud Ferreira (2003), 33% do consumo da madeira pela construção civil referem-se a usos temporários, e o restante a usos definitivos, conforme é mostrado na Tabela 2.1, que apresenta os resultados da pesquisa que expressam percentualmente o consumo em São Paulo dos diferentes usos, considerando o consumo de madeira serrada amazônica.

TABELA 2.1: Consumos percentuais dos diferentes usos de madeira na construção

Uso na construção	Consumo (1000m <sup>3</sup> )	Percentual (%)
Estrutura de cobertura	891,70	50%
Andaimes e fôrmas para concreto	594,40	33%
Forros, pisos e esquadrias	233,50	13%
Casas pré-fabricadas	63,70	4%
Total	1783,30	100%

Fonte: Sobral et al. (2002) apud Ferreira, 2003

Já, os resultados apresentados pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMA ZON, 2009), indicam que 80% da madeira utilizada em fôrmas para fundação e estrutura de prédios é descartada, sendo que o restante, de apenas 20%, significa o percentual utilizado como acabamento nas edificações.

Uma importante iniciativa a favor do uso de madeira certificada é a exigência por parte dos selos de certificação ambiental de prédios, que vêm sendo gradativamente utilizados no Brasil, tais como LEED- *Leadership in Energy & Environmental Design* (norte americano), AQUA – Alta Qualidade Ambiental e Selo Casa Azul CAIXA da Caixa Econômica Federal (ambos brasileiros). Apesar da tendência nacional apontar para uma crescente valorização das certificações, seja pela redução de impacto ambiental que representam, ou mesmo pela publicidade

<sup>1</sup> SOBRAL, L. et al. Acertando o alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no estado de São Paulo. Belém: IMAZON, 2002.

que alcançam, no trabalho realizado por Piccoli (2009) foi constatado que poucas empresas madeireiras são certificadas, principalmente pela certificação ainda ser pouco difundida no mercado, dificultando que fornecedores atendam esse quesito.

## **2.1 O uso da madeira como fôrma de estrutura de concreto**

Desde seu surgimento, “as estruturas de concreto armado têm um espaço significativo na construção de edifícios, sendo um dos materiais estrutural mais utilizado no Brasil (Metha, 2008)”. Geralmente são denominados de edifícios com estrutura convencional, os produzidos a partir da execução de pilares, vigas e lajes de concreto armado moldados no local.

A fôrma é considerada como o conjunto de componentes cujas principais funções são: dar forma ao concreto – molde; conter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para auto-sustentação; servir de suporte para colocação de espaçadores para garantir os cobrimentos de concreto; servir de estrutura provisória para atividades de armação e concretagem; resistir às cargas provenientes de seu peso próprio, além das de serviço, tais como pessoas, equipamentos e materiais e limitar a perda de água do concreto (BARROS; MELHADO, 2006).

O sistema de fôrmas é constituído pelo molde, escoramento (cimbramento) e peças acessórias. O molde caracteriza a forma da peça, e é o elemento que entra em contato direto com o concreto, definindo o formato e a textura para a peça, constituído por painéis de laje, pilares (faces) e vigas (fundos e faces). O escoramento (cimbramento) é responsável pelo apoio que se dá à estrutura da fôrma, com a função de transmitir os esforços da estrutura do molde para algum tipo de suporte no solo ou na própria estrutura. As peças acessórias são constituídas basicamente por cunhas responsáveis pelo travamento do escoramento (FAJERSZTAIN; LINDI, 1992).

Segundo Barros e Melhado (2006), as fôrmas devem atender os seguintes requisitos:

a) resistência mecânica à ruptura (suportar esforços provenientes do seu peso próprio, do empuxo do concreto, do adensamento e tráfego de pessoas e equipamentos);

b) resistência à deformação: apresentar rigidez suficiente para manter as dimensões e formas previstas no projeto;

c) estanqueidade: evitar perda de água e pasta de cimento durante o processo de concretagem;

d) estabilidade dimensional: limitar as dimensões durante o lançamento de concreto ou fase de cura;

e) limitador para posicionamento da armadura;

f) baixa aderência ao concreto : facilitar os procedimentos de desforma, sem danificar a superfície do elemento de concreto;

g) sem influência nas características do concreto, ou seja, não deve apresentar absorção de água que comprometa a necessidade de água para hidratação do cimento do concreto, por isto as fôrmas são umedecidas antes da aplicação do concreto;

h) rigidez e estabilidade para garantir a segurança dos colaboradores e da própria estrutura em construção.

A madeira como matéria-prima no preparo das fôrmas é muito utilizado, embora alguns tipos de fôrmas empregam outros tipos de materiais, como o aço (fôrmas metálicas) e, mais recentemente o PVC. A madeira compensada, idealizada por um engenheiro francês no início do século XX, tornou-se um elemento de grande importância e eficiência na construção civil, iniciando sua produção, de acordo com Vaz (1987) apud Maranhão (2000), na Alemanha e Estados Unidos, a partir de algumas espécies de madeira de baixa densidade.

A introdução das chapas de madeira compensada veio a substituir, em grande parte, a madeira natural, que tem limitações quanto às dimensões, principalmente na largura das peças, geralmente de 30 centímetros, o que restringe a montagem de painéis de fôrmas. Assim, uma das grandes vantagens da utilização das chapas de madeira compensada é a possibilidade de se trabalhar com elementos de grandes dimensões e que podem alcançar altos valores de resistência, se comparados à resistência da madeira natural.

As chapas de compensado de madeira possuem este nome por apresentarem, em função das lâminas que as compõem, uma compensação na

distribuição das tensões, assentadas uma sobre as outras em direções perpendiculares entre si com adesivos próprios (NAZAR, 2007).

A execução de uma estrutura de concreto armado no local segue um esquema básico de produção que mostra o emprego da madeira como fôrma para concreto, conforme representado na Figura 2.1.

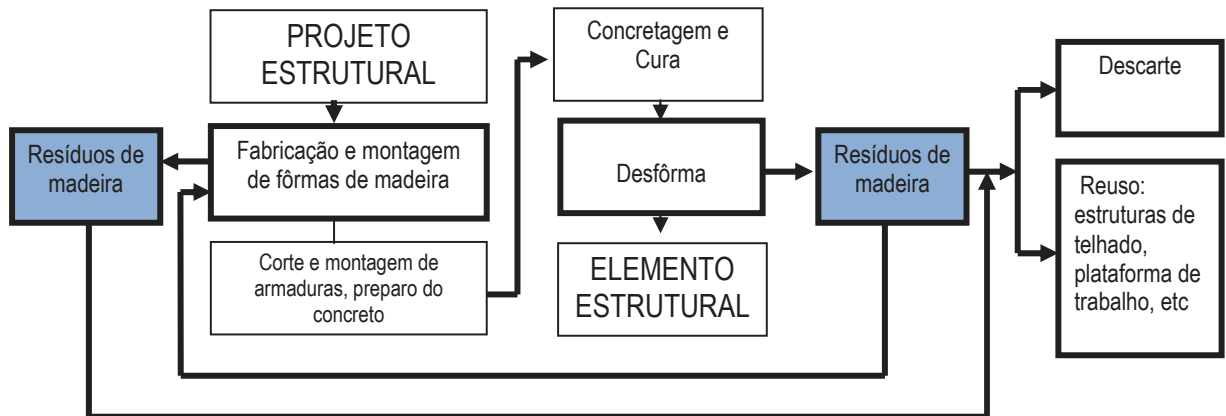


Figura 2.1 Esquema da produção de estrutura de concreto armado moldado no local

Conforme mostra a Figura 2.1, a estrutura de concreto armado é representada no projeto estrutural, que disponibiliza as informações para a fabricação das fôrmas (painéis, estrutura e escoramento), corte das armaduras e preparo do concreto. Num segundo momento é realizada a concretagem das peças, que inclui o lançamento do concreto fresco na fôrma (que já contém a armadura), o adensamento e a cura do concreto. A seguir é realizada a desfôrma, resultando nos elementos estruturais (peças concretadas) e em resíduos de fôrmas e escoras que, a depender de seu estado, podem ser reutilizados para a confecção de novas fôrmas ou para outros usos, como estrutura de telhado, plataformas de trabalho, entre outros. A reutilização deste material, geralmente é limitada, pelo estado que o mesmo se encontra, muitas vezes danificado pela desfôrma, ou pela própria utilização (geralmente se repete diversas vezes o uso da mesma fôrma, geralmente numa obra) ou até pela ação das intempéries à qual as fôrmas se encontram expostas durante sua utilização (chuva e sol, danificando principalmente a colagem das lâminas das chapas de compensado). Quando não há reutilização do resíduo de madeira, o material estocado no canteiro é encaminhado para o descarte final.

De acordo com Maranhão (2000), em relação ao custo total de uma obra, o custo da estrutura de concreto armado representa aproximadamente 20%, sendo que em relação ao custo total da estrutura de concreto, o custo das fôrmas equivale a aproximadamente 50%. Em termos de emprego de mão-de-obra para a fabricação de uma estrutura de concreto armado, em média 60% representa o total de horas para fabricar e montar as fôrmas, 25% para a montagem de armadura e os restantes 15% para concretagem. A partir destes dados, é possível constatar que os custos (material e mão de obra) que envolvem as fôrmas de estruturas de concreto armado são significativos.

Nazar (2007) apresenta custos relativos a estrutura de concreto armado, para pavimentos tipo (que se repetem) e pavimentos que não se repetem (Tabela 2.2).

TABELA 2.2: Composição dos custos de estrutura de concreto armado

Descrição	Pavimento que não repete (%)	Pavimento tipo (%)
Fôrma compensado	45,90	10,52
Concreto	15,60	26,00
Aço	26,20	43,90
Mão-de-obra de montagem fôrma	10,90	17,27
Lançamento de concreto	1,40	2,31

(Fonte: Nazar, 2007)

## 2.2 Os resíduos de madeira na construção

De uma forma ampla, os resíduos de madeira compõem os RCD, juntamente com concretos, argamassas, blocos, cerâmicas, solo, argila, metais ferrosos, plásticos, latas de tintas, borrachas e papelão, entre outros. Em termos de estimativas da geração de RCD, a bibliografia apresenta diferentes resultados, como a quantidade de 0,095t/m<sup>2</sup> a 0,145t/m<sup>2</sup> (PICCHI, 1993) e os valores de 150kg/m<sup>2</sup> e massa específica de RCD de 1,2t/m<sup>3</sup>, referente à construção formal de novas edificações, segundo Pinto (1999). De acordo com John (2007), a geração de resíduos da construção atinge 500 kg por hab/ano, quantidade superior à de lixo urbano. O custo social do RCD em São Paulo é de aproximadamente 1500 habitações/ano (JOHN, 2007).

Diferentes pesquisas apresentam a geração de RCD separada por tipo de material. As Tabelas 2.2 a 2.5 e a Figura 2.2 apresentam os resultados referentes



aos estudos de Sardá (2003), Vasconcellos (2004), Costa (2007), Miranda et al (2008) e Faresin; Melo (2009), respectivamente, nas quais são destacados os dados que envolvem a geração de resíduos de madeira.

A pesquisa realizada por Sardá (2003), apresenta as quantidades percentuais em volume de resíduos gerados no Município de Blumenau-SC, de todas as obras licenciadas no período da pesquisa (Tabela 2.3).

TABELA 2.3: Percentual de volume de resíduos de diferentes materiais de obras em Blumenau - SC

Material/componente	Volume (%)
Argamassa	10,76
Cerâmica polida	5,59
Cerâmica polida e argamassa de assentamento	9,70
Cerâmica vermelha	15,19
Cerâmica vermelha e argamassa de assentamento	30,19
Concreto	7,66
Ferro	0,20
<b>Madeira</b>	<b>9,25</b>
Outras telhas	0,49
Podas	2,49
Rochas	0,82
Solo/areia	5,25
Outros	2,41

(Fonte: Sardá , 2003)

A Tabela 2.4 mostra os resultados da pesquisa de Vasconcellos (2004), considerando diferentes empresas, tipos e etapas de obras, em São Paulo-SP.

TABELA 2.4: Geração de RCD em São Paulo - SP

	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E
Tipo de obra	1 edifício padrão médio	2 edifícios padrão alto	1 edifício padrão alto	5 edifícios padrão médio	34 residências padrão alto
Etapas consideradas	da fundação a limpeza final	da estrutura à pintura externa	do projeto ao início da pintura	da fundação à limpeza final	da estrutura à pintura externa
Total construída m <sup>2</sup>	8.003	19.247	5.642	16.606	7.600
Tipos resíduos					
Papel – m <sup>3</sup>	31	90	96	53	23
Plástico – m <sup>3</sup>	35	88	31	26	35
<b>Madeira – m<sup>3</sup></b>		<b>137</b>	<b>248</b>	<b>83</b>	<b>160</b>
Blocos e argamassa (m <sup>3</sup> )	576	960	160	156	206
Total m <sup>3</sup>	642	1275	535	318	424
Total m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,08	0,07	0,09	0,02	0,06

(Fonte: Vasconcellos, 2004)

Costa (2007) apresenta quantidades de resíduos gerados em obras pesquisadas na cidade de Salvador - BA, num período de 7 a 10 meses, em fases diferenciadas de execução (Tabela 2.5).

TABELA 2.5: Geração de RCD Salvador - BA

Tipo de obra	Empresa A Edifício padrão médio	Empresa B Edifício padrão médio	Empresa C Edifício padrão alto
Etapas consideradas na coleta	Estrutura até o final da obra	Estrutura até pintura	Estrutura até revestimento
Total m <sup>2</sup>	5.955,70	9.488,62	8.180,00
Tipos de resíduos			
Papel (kg)	106,00	63,00	
Plásticos (kg)	120,00	18,00	
<b>Madeira (m<sup>3</sup>)</b>	<b>28,00</b>	<b>45,50</b>	<b>70,00</b>
Blocos/argamassa(m <sup>3</sup> )	40,00	275,00	445,00
Total m <sup>3</sup>			
Total m <sup>3</sup> de madeira/m <sup>2</sup>	0,0047	0,0048	0,0086
Total de m <sup>3</sup> de entulho	0,0067	0,0289	0,054

(Fonte: Costa, 2007)

Os estudos de Miranda et al (2008) mostram a geração de RCD em edifícios habitacionais residenciais em São Paulo e Recife (Tabela 2.6).

TABELA 2.6: Geração RCD em São Paulo - SP e Recife - PE

Resíduo	Obra SP– período total de execução (%)		Obra PE - obra na fase estrutura (%)	
	Volume	Massa	Volume	Massa
Classe A	50,8	79,6	37,6	80,5
<b>Madeira</b>	<b>31,4</b>	<b>10,2</b>	<b>42,0</b>	<b>16,6</b>
Gesso	7,1	9,2	-	-
Papel	6,9	0,6	1,6	0,2
Plástico	3,2	0,3	6,2	0,7
Metal	0,6	0,1	12,6	2,0
Total	100	100	100	100

(Fonte: Miranda et al, 2008)

Em termos de pesquisas de geração de RCD no Rio Grande do Sul, poucos dados são publicados, tanto em termos gerais e especialmente quanto à geração de resíduos de madeira. Encontra-se o estudo de Bernardes et al (2008), realizado no Município de Passo Fundo/RS, que apresenta a estimativa de geração de 0,55kgRCD/hab/dia, porém não distingue os resíduos por tipo de materiais. No mesmo município, Karpinski et al. (2008) verificaram um volume médio mensal de 332,45m<sup>3</sup> de RCD depositado pelas empresas coletoras.

Por fim, Faresin; Melo (2009) apresentam o diagnóstico de RCD das construtoras do município de Erechim-RS, (Figura 2.2).

Os autores mencionam que no município são dispostos um volume aproximado de 350 a 400m<sup>3</sup> de RCD mensalmente.

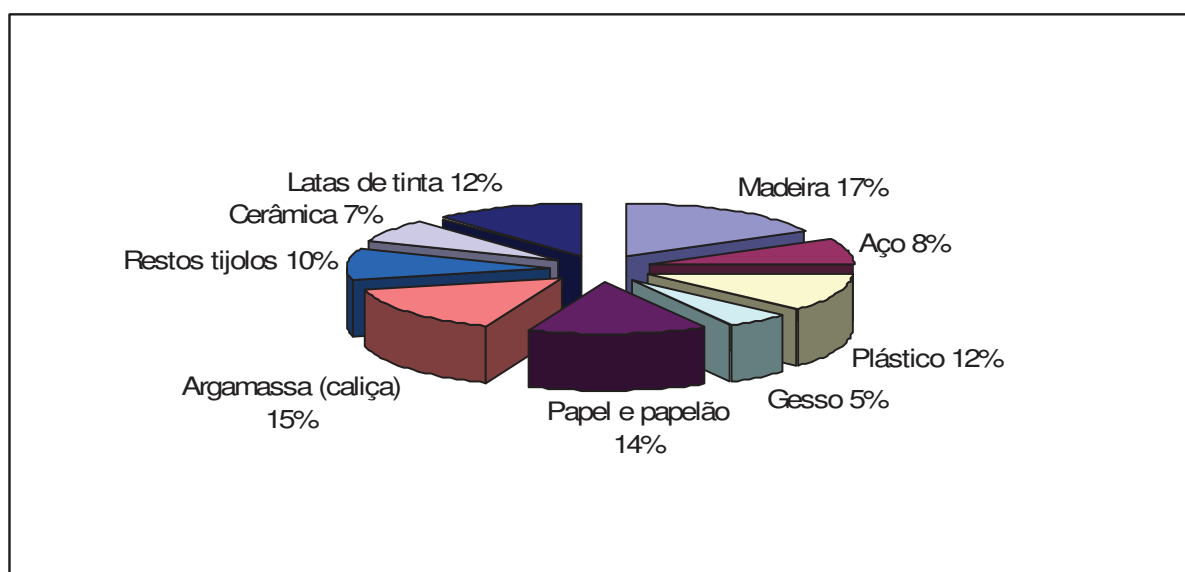


Figura 2.2: Diagnóstico RCD em Erechim-RS (Fonte: Faresin;Melo, 2009)

Com base na literatura pesquisada, é possível concluir que os valores obtidos são muito diferentes, explicáveis pelo fato de serem de obras, regiões e principalmente critérios e métodos de pesquisa distintos. Além disso, é difícil comparar os resultados porque os estudos consideram diferentes unidades de medidas (volume ou massa).

Por ser comum a disposição irregular de RCD, esses resíduos são considerados como um problema de limpeza pública, acarretando uma série de inconvenientes para toda a sociedade, tais como: custos de limpeza urbana, saúde pública, enchentes, assoreamento e contaminação de cursos d'água, contaminação de solos, erosão, obstrução de sistemas de drenagem urbanos, entre outros. Esta situação é agravada principalmente pelos pequenos geradores, os quais realizam um descarte aleatório nos bairros dos centros urbanos. Na maioria dos municípios, os resíduos da construção civil são depositados em bota-foras clandestinos, nas margens dos rios e córregos ou em terrenos baldios.

### **2.3 Sistema de gestão de resíduos**

EEA (1999) apresentam hierarquicamente, seis diferentes ações que devem ser realizadas num sistema de gestão de resíduos: (1) evitar, (2) reduzir a geração, (3) reutilizar, (4) reciclar, (5) reduzir o volume de resíduo gerado, (6) dispor adequadamente.

Fraga (2006) mostra as ações de um sistema de gestão de resíduos na Figura 2.3.

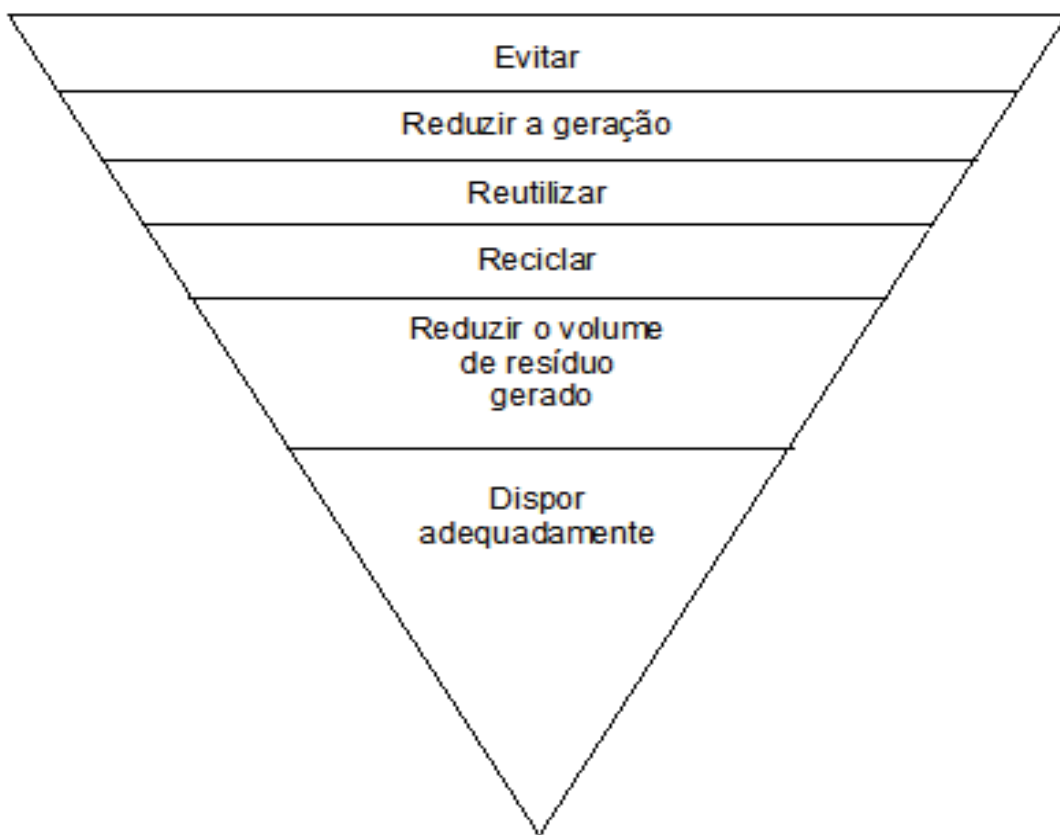


Figura 2.3: Ações para a gestão de resíduos (Fonte: Fraga, 2006)

As duas primeiras ações propostas possuem um caráter essencialmente pró-ativo e requerem esforços que resultem na não-geração ou diminuição da geração de resíduos. As quatro ações seguintes possuem uma perspectiva corretiva e demandam alternativas para solucionar da melhor forma o resíduo gerado.

A seguir são discutidas ações pró-ativas e corretivas de gestão de resíduos em canteiros de obras, com enfoque no resíduo de madeira de fôrmas de estrutura de concreto.

### **2.3.1 Ações pró-ativas de gestão de resíduos**

Num canteiro de obras, a geração de resíduos pode ter diversas causas, dentre as quais se destacam: o detalhamento insuficiente de projetos com falta de racionalização e modulação, materiais sem qualidade, falta de qualificação de mão-de-obra, a cultura de recursos abundantes no setor promovendo altos níveis de desperdícios, ausência de procedimentos operacionais e controle de inspeções de serviços. A partir dessas características é possível visualizar que existe um campo

muito propício para estudos que visam diminuir a geração de resíduos de construção.

Além das vantagens ambientais, essas ações trazem benefícios financeiros diretos às empresas, pois a redução da quantidade de resíduo gerado assume três principais objetivos: redução de custo de material, menos trabalho para gerenciar o resíduo, reduzindo custos de tratamentos e disposição final dos resíduos; ambientalmente diminui a quantidade de resíduo a ser depositado no meio ambiente (PUCCI, 2006; OLIVEIRA; MENDES, 2008).

Neste sentido, pelo fato das fôrmas de madeira se tratarem de elementos transitórios, estudos para racionalização deste material podem ser considerados extremamente oportunos, tendo em vista que o principal objetivo da racionalização do sistema de fôrmas é obter o máximo aproveitamento da capacidade do insumo, com redução de mão-de-obra em recortes, montagens e desmontagens.

Em geral, a geração de resíduos está relacionada às deficiências no processo construtivo: são erros ou indefinições na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais empregados, perdas na estocagem e no transporte (AMBIENTE BRASIL, 2005<sup>2</sup> apud COSTA, 2007). A geração de resíduos de madeira ocorre de forma desordenada e sem preocupação com a racionalização de corte. É comum a atividade ficar a cargo de carpinteiros e encarregados sem que exista um projeto detalhado, dependendo basicamente da experiência ou da preocupação destes colaboradores.

Cabe salientar que o corte dos painéis que compõe a fôrma é realizado com o equipamento de serra elétrica de mesa (geralmente para grandes volumes de produção de fôrmas). Esse equipamento requer cuidados especiais e treinamento de operadores. Geralmente é localizado em local fechado, com acesso restrito aos operadores. A falta de cuidado na operação pode causar acidentes graves e onerosos. Segundo consulta realizada com profissionais envolvidos na Engenharia de Segurança do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), não existem informações específicas sobre a quantidade de acidentes com o uso da serra elétrica em relação ao total de acidentes de trabalho da construção civil, entretanto existe muito interesse em buscar estes dados, já que as autoridades se

---

<sup>2</sup> AMBIENTE BRASIL, Reciclagem de entulho. Disponível em <<http://WWW.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em 5 mai.2005

empenham em reduzir o número de acidentes de trabalho na construção civil, que se encontra em terceiro lugar dentro das indústrias no que refere a número de acidentes de trabalho (INSS, 2009)<sup>3</sup>.

Os desperdícios no uso da madeira podem ser atenuados através do aperfeiçoamento dos controles sobre a realização das obras e também através de trabalhos conjuntos com empresas e trabalhadores da construção civil, visando aperfeiçoar o processo de projeto e produção, reduzindo a produção de entulho e os desperdícios (AMBIENTE BRASIL, 2005 apud COSTA, 2007). Este caminho exige inovação tecnológica, formação, mudança de cultura e de práticas gerenciais, mudanças na legislação e na normatização, requerendo a alteração na forma de relacionamento entre os diversos integrantes da cadeia produtiva (HABITARE, 2005 <sup>4</sup> apud COSTA, 2007).

Como primeira alternativa de ação para aumentar a racionalização de fôrmas na etapa de projeto de uma obra, pode ser citada a padronização da estrutura (pavimentos tipos iguais e similaridades de tamanho nas fôrmas do térreo, subsolos e coberturas).

Além disso, a racionalização do corte das chapas de madeira tem contribuído no sentido de minimizar a geração do resíduo.

Tradicionalmente, o operário (carpinteiro) responsável efetua a atividade do corte das chapas, com o cuidado apenas de aproveitar peças de grandes dimensões (para cortar as peças maiores), sem seguir critérios formais de racionalização. Neste contexto, a tecnologia da informação através de programas computacionais para racionalização do corte das chapas podem ser investigados como ferramenta suporte.

No que se refere a ações pró-ativas na gestão de resíduos de madeira utilizada como fôrma propriamente dita, deve ser citada a racionalização do material no momento do corte. De uma forma geral o setor da construção civil não utiliza

---

<sup>3</sup> Conforme Quadro Estatístico do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), a quantidade de acidentes de trabalho, segundo critério de setor de atividade econômica, a construção civil registrou em 2009, 54.142 acidentes de trabalho, o que representa 7,48% do total de acidentes de trabalho registrados no ano, sendo inferior somente ao comércio e reparação de veículos automotores, e para a indústria de produtos alimentícios e bebidas.

<sup>4</sup> HABITARE. Há necessidade de inovação tecnológica e combate à informalidade. Disponível em:<<http://www.habitare.infohab.org.br/>>. Acesso em 5 mai. 2005.

plano de corte, seja através de projeto ou a partir de uso de programas computacionais. Isto pode ocorrer pelo fato do desconhecimento do impacto de um planejamento de corte nos canteiros de obras, ou porque o setor é, na sua maioria, composto por empresas de pequeno porte<sup>51</sup> que geralmente não se utilizam de ferramentas gerenciais.

O plano de corte consiste em descobrir o melhor arranjo dentro de um conjunto de peças de dimensões diversas e é considerado ótimo aquele que produz, por exemplo, a menor perda. Vale salientar que, dificilmente se obtém um plano de corte que utilize todo o objeto (GÓMEZ; MULLER, 2007). Essa ferramenta é utilizada por outros setores para obter menor perda de matérias-primas através de um plano de corte informatizado. Como exemplos, podem ser citados o setor calçadista, no corte de couro e tecidos e o setor moveleiro, no corte de madeira.

A Figura 2.4 apresenta a representação desejada com o uso da ferramenta computacional, auxiliando no processo de fabricação de fôrmas para concreto, com o uso de material na menor quantidade possível.

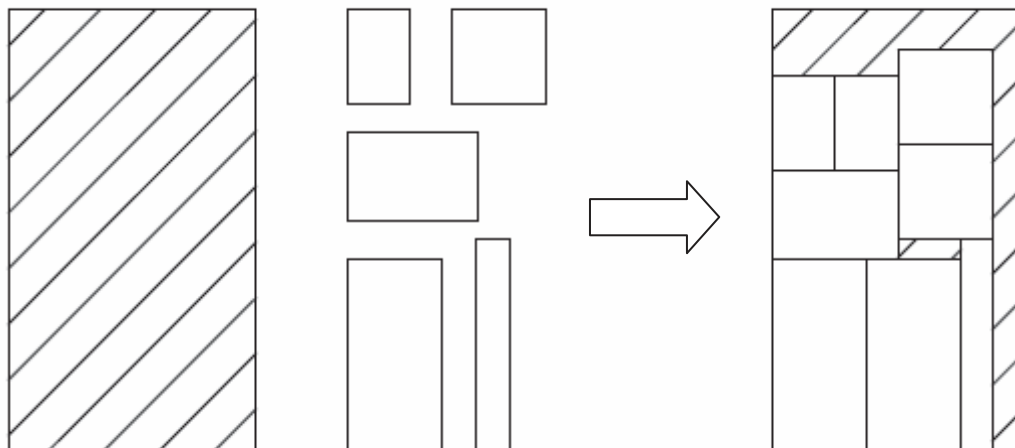


Figura 2.4: Configuração do plano de corte (Fonte: Figueiredo, 2005)

<sup>5</sup> De acordo com a Lei n. 10.406 de 10 de janeiro de 2002, consideram-se empresas de pequeno porte, o empresário, a pessoa jurídica, ou a ela equiparada, cuja, em cada ano-calendário, receita bruta superior a R\$ 240.000,00 (duzentos e quarenta mil reais) e igual ou inferior a R\$ 2.400.000,00 (dois milhões e quatrocentos mil reais). Para os efeitos desta Lei



### **2.3.2 Ações corretivas de gestão de resíduos**

Num caráter corretivo, o sistema de gestão de resíduos deve prever ações adequadas ao resíduo gerado, que podem envolver estratégias de triagem, acondicionamento, reciclagem, reuso, transporte e destinação final.

A triagem nos canteiros é de suma importância, pois além do canteiro ficar mais limpo e organizado, impede a mistura dos resíduos ou insumos depositados no canteiro, facilitando também o reaproveitamento dos materiais na própria obra, antes de seu descarte.

O processo de triagem e acondicionamento necessita de um planejamento de logística, definindo local de geração, local de acondicionamento (geralmente em baias identificadas ou em caçambas estacionárias) e forma de transporte. No caso de resíduos de madeira esses aspectos são muito importantes, principalmente porque os resíduos são volumosos. Deve-se analisar além do volume, as características físicas, a facilitação da coleta, a segurança para os usuários e, sempre que possível, a preservação dos resíduos nas condições necessárias para a destinação final.

#### *2.3.2.1 Reciclagem e reuso*

A reciclagem surge como uma medida necessária em função da inevitável existência de resíduos resultantes da construção e demolição. Em se tratando de resíduos de madeira, a reciclagem após o uso é muitas vezes dificultada, pois na maioria das vezes, cerca de 70%, conforme estudo de César et al (2009), a madeira está com alguma contaminação provocada pela presença de pregos, concreto e pintura, entre outros. Apesar da classificação do RCD como inerte – Classe IIB pela NBR 10004/2004 a madeira pintada, por exemplo, apresenta riscos de contaminação ambiental.

Desta forma, para realizar a reciclagem do material, existe a necessidade de fazer a descontaminação, seja através da lixação ou da limpeza. Esses serviços são impraticáveis pela maioria das empresas construtoras, que preferem optar pelo descarte simples. Outro empecilho é a diversidade de tipos, elementos, tamanhos e conformação da madeira encontrada, o que dificulta a forma de reaproveitamento.

O mercado oferece equipamentos que permitem absorver parte desta madeira, transformando-a em lenha ou novos produtos (compensados). Na forma

moída, por exemplo, o resíduo pode ser utilizado em compostagem verde ou como ocorre no Canadá, onde a madeira moída *in natura* é utilizada como protetora e preservadora de solos de jardins e parques (COELHO, 2002). Isso requer a identificação de diferentes indústrias que possam ter interesse no resíduo da madeira da construção e a promoção da aproximação entre os setores.

A reciclagem de resíduos da construção civil, em geral, ainda é incipiente no Brasil, sendo aplicado muito em indústrias cimenteiras. Com relação a resíduos de madeira, ainda é uma questão pouco considerada nos processos e, em geral estes resíduos são encarados como resíduos pouco nobres. Alguns estudos já foram apresentados com uso de pedaços de descarte de madeiras no projeto de novos móveis, porém esta experiência só é possível com madeiras nobres e sem qualquer deterioração ou seja, descartadas no processo de fabricação (CÉSAR, 2009).

Estudos investigaram a utilização dos resíduos de madeira na fabricação de painéis de cimento-madeira, na Alemanha em 1914. No Brasil, a produção destes painéis é realizada por empresas pequenas e em escala reduzida. Sua aplicação é destinada para paredes de casas pré-fabricadas, bancadas (para-peito), pisos, revestimento de túneis, paredes divisórias, isolante térmico e acústico, portas corta fogo, forros de casas, entre outros. Além do uso residencial, o painel cimento-madeira também é utilizado em pavilhões, estádios e edifícios públicos (REVISTA DA MADEIRA, 2003).

As soluções de aproveitamento de resíduos em novos materiais devem ser desenvolvidas com muito cuidado, para se evitar riscos ao meio ambiente. Pode ocorrer a transferência de resíduos, perigosos ou não, para locais sem controle, existindo somente uma transferência de responsabilidade e custos do gerador para a sociedade (NOLASCO; ULIANA; FORMIGONI, 2009).

Uma iniciativa para facilitar o uso de resíduos industriais por outros setores é a criação de “Bolsas de Resíduos” que tem por função divulgar informações sobre resíduos disponíveis para uso. Esse exemplo é utilizado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), cujas informações sobre resíduos de madeira são destacadas na Figura 2.5.

**Madeira**

PRODUTO	APLICAÇÃO	QUANT.	PERIOD.	CÓD.
<b>Oferta - grátis</b>				
Aparas de compensado e serragem	-	1 ton	Semanal	<a href="#">328</a>
Aparas de madeira e serragem	Madeira para queima	14 m <sup>3</sup>	Mensal	<a href="#">423</a>
Aparas de madeira, em diversos tamanhos	Lenha para fornos	5m <sup>3</sup>	Semanal	<a href="#">324</a>
Madeira e serragem	-	-	Semanal	<a href="#">166</a>
Madeira proveniente de construção civil e embalagem de equipamentos	-	5000 m <sup>3</sup>	Diária	<a href="#">425</a>
Madeira proveniente de embalagens e construção civil	Fornos / reciclagem	20 m <sup>3</sup>	Semanal	<a href="#">320</a>
Madeira utilizada na construção civil	Queima em forno para cerâmica, produção de carvão	-	Semestral	<a href="#">184</a>
Madeira utilizada para a confecção de vigas	-	100 kg	Bimestral	<a href="#">232</a>
Paletes de madeira provenientes do Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro	-	20 m <sup>3</sup>	Diária	<a href="#">519</a>
Pallets de madeira	-	Aprox. 48 t	Semestral	<a href="#">467</a>
Pallets e placas de aglomerado de madeira	Geração de energia	600 kg	Mensal	<a href="#">481</a>
Pedaços de madeira (pontas)	-	8m <sup>3</sup>	Semanal	<a href="#">265</a>
Pó de serragem, gravetos de madeira e compensados para forno	Geração de energia, adubo, criadores de aves etc.	12.000	Mensal	<a href="#">51</a>
Pó e Cavaco de Madeira MDF	Queima para geração de energia	100 m <sup>3</sup>	Mensal	<a href="#">548</a>
Resíduos de madeira / MDF	Fornos, geração de energia, etc	100 m <sup>3</sup>	Mensal	<a href="#">556</a>
Serragem	Chachim ou adubo	1 m <sup>3</sup>	Semanal	<a href="#">551</a>
Serragem	Forração de granjas, limpeza de áreas com óleo	8m <sup>3</sup>	Semanal	<a href="#">324</a>
Serragem contendo solvente isoparafínico e óleo mineral	Queima em fornos	14 t	Mensal	<a href="#">412</a>
Serragem de MDF	Olarias, trabalhos manuais e galinheiros	2 a 3 galões	Semanal	<a href="#">333</a>
Serragem e aparas de MDF (sobras de matéria-prima de fábrica de móveis)	-	800 kg	Semanal	<a href="#">51</a>
Sobras de marcenaria	Queima / geração de calor	2 t	Mensal	<a href="#">16</a>

Figura 2.5: Divulgação de soluções de resíduos das empresas - parcial (Fonte: site Firjan, 2011)

Conforme mostra a Figura 2.5, as informações disponibilizadas pela Bolsa de Resíduos incluem o tipo de resíduo, a possível aplicação (reuso), a quantidade disponível e a periodicidade. Observam-se três ofertas de resíduos de madeira proveniente da construção civil, indicadas na figura.

Outra iniciativa é a criação de Usinas de Reciclagem. Por exemplo em Santo André-SP, a usina instalada pelo Serviço Municipal de Saneamento Ambiental utiliza resíduos de madeira para geração de energia, substituindo a queima de óleo diesel e o uso de energia elétrica.

Da mesma forma, empresas da iniciativa privada também utilizam resíduos de madeira para o mesmo fim. Na Área de Transbordo e Triagem em Guarulhos-SP, empresas transportadoras adquirem os resíduos de madeira para beneficiamento e vendem as lascas, chamadas comumente de cavacos. Na área de beneficiamento de madeiras, uma máquina realiza a trituração em pedaços, gerando lascas de madeira de aproximadamente 5cm de comprimento. O interesse por este material vem de empresas com necessidade de geração de calor para fabricação de seus produtos, como olarias, padarias e pizzarias (CAVALLARO,2007). A Figura 2.6 mostra uma área de instalação para reciclagem de RCD, classe B – madeira.



Figura 2.6: Reciclagem de madeira (Fonte: Pinto e González, 2005)

### *2.3.2.2 Destino final*

Com relação à disposição final de resíduos de construção e demolição, segundo IBGE (2008) 27,7% da destinação final de resíduos sólidos é realizada em aterro sanitário, 22,57% em aterro controlado e 50,8% em vazadouro a céu aberto.

Por ser comum a disposição irregular, esses resíduos são considerados como um grave problema para a limpeza pública, acarretando uma série de inconvenientes

para toda a sociedade, tais como: custos de limpeza urbana, saúde pública, enchentes, assoreamento e contaminação de cursos d'água, contaminação de solos, erosão, obstrução de sistemas de drenagem urbanos, entre outros.

A Resolução n. 307/2002 do CONAMA prevê a instalação de áreas receptoras para pequenos e grandes volumes de resíduos no Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, sendo estas áreas definidas como áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem e aterros de resíduos da construção civil e resíduos inertes.

As áreas receptoras de pequenos volumes devem ser de responsabilidade das prefeituras municipais. As áreas receptoras de grandes volumes de RCD devem ser de responsabilidade dos grandes geradores, ou seja, empresas construtoras (CONAMA, 2002). Essa divisão entre pequeno e grande gerador é importante porque responsabiliza na questão de destino final adequado ao RCD, tanto o poder público, assim como as empresas construtoras.

Segundo a pesquisa realizada por Lucena et al (2005), uma grande parte (75%) dos resíduos gerados pela construção provêm de eventos informais, que são aqueles realizados pelos próprios usuários dos imóveis. De acordo com Blumenschein (2007), devido à falta de ações eficientes no controle da disposição irregular de RCD, nos centros urbanos com população acima de dois milhões de habitantes são gastos cerca de R\$ 2 milhões/mês com recolhimento de RCD dispostos de forma irregular e clandestina.

De acordo com a Resolução 307/2002 do CONAMA são previstos dois tipos de aterro para RCD: aterros de reservação para futura reciclagem dos materiais e aterros de regularização geométrica para uso futuro da área, segundo projeto de ocupação a ser apresentado e aprovado pelos órgãos públicos.

Conforme Pinto e González (2005), a responsabilidade dos operadores é sempre de assumir a continuidade do fluxo correto dos resíduos com aplicação de processos necessários, revertendo custos aos geradores iniciais, estes, realmente responsáveis pela geração do resíduo.

O processo de recepção, triagem e destinação de RCD dentro de uma instalação destinada a esta operação, de acordo com a Resolução Conama n.

307/2002 e NBR 15112/2004 pode ser explicado de acordo com a Figura 2.7, apresentada por Pinto e González (2005).

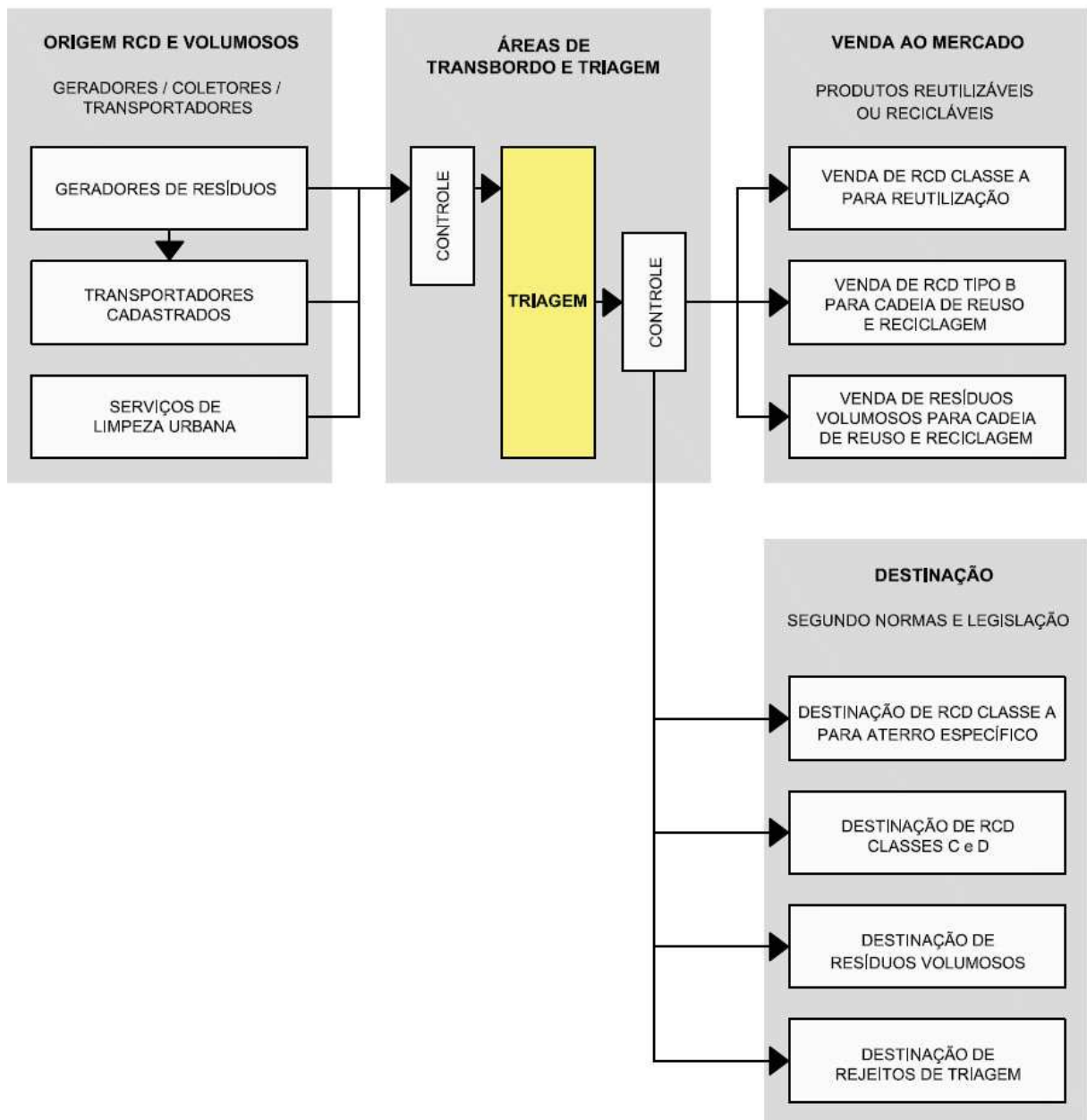


Figura 2.7: Fluxograma simplificado do processo de recepção, triagem e deposição de RCD (Fonte: Pinto e González, 2005)

Numa instalação de aterro de RCD, a priorização de processos de reutilização e reciclagem na fase de destinação final é muito importante. A triagem pode facilitar e apresentar novas formas de destinação, conforme mostra a Figura 2.8.

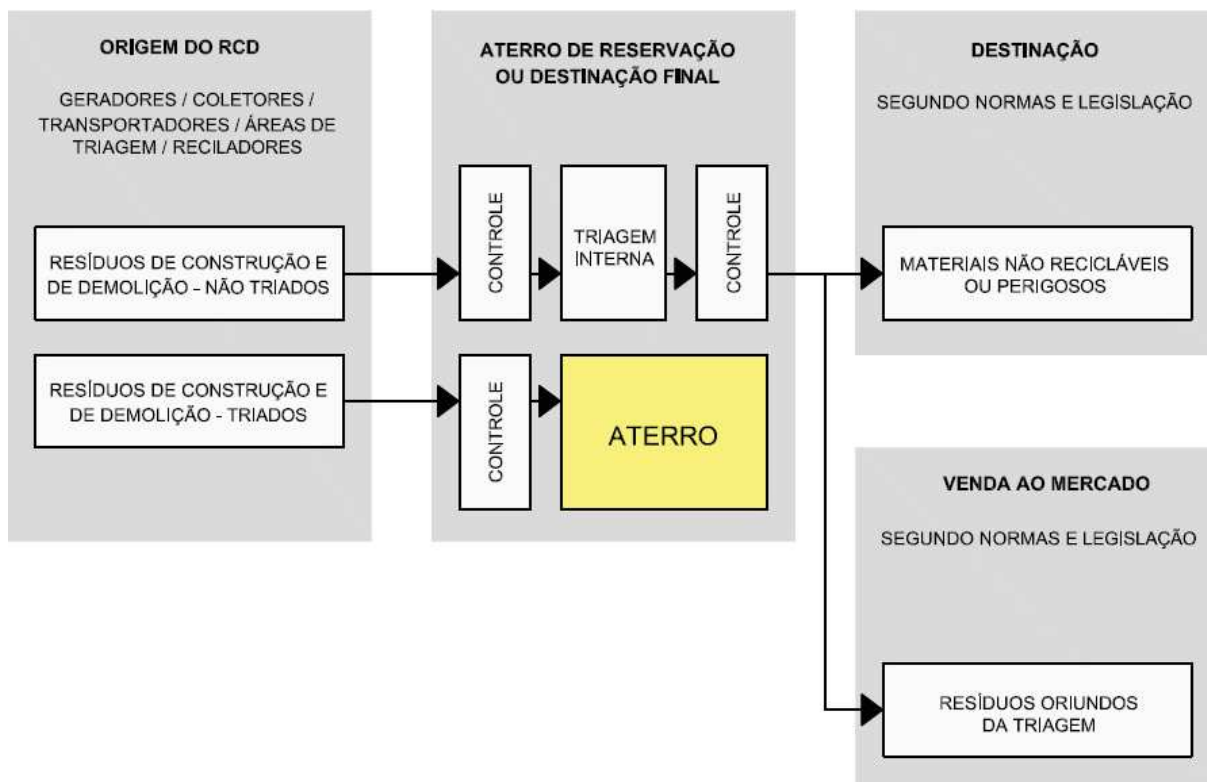


Figura 2.8: Fluxograma típico das atividades desenvolvidas numa instalação de aterro  
(Fonte: Pinto e González, 2005)

Os resíduos perigosos, contudo, devem ter destino separado dos demais. Podem requerer tratamentos específicos e serem depositados em aterro industrial. De acordo com a NBR 10004, resíduos perigosos são aqueles cujas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem acarretar em riscos à saúde pública e/ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. A Figura 2.9 apresenta um fluxograma para destino final de resíduos considerados como perigosos (FIRJAN, 2006).

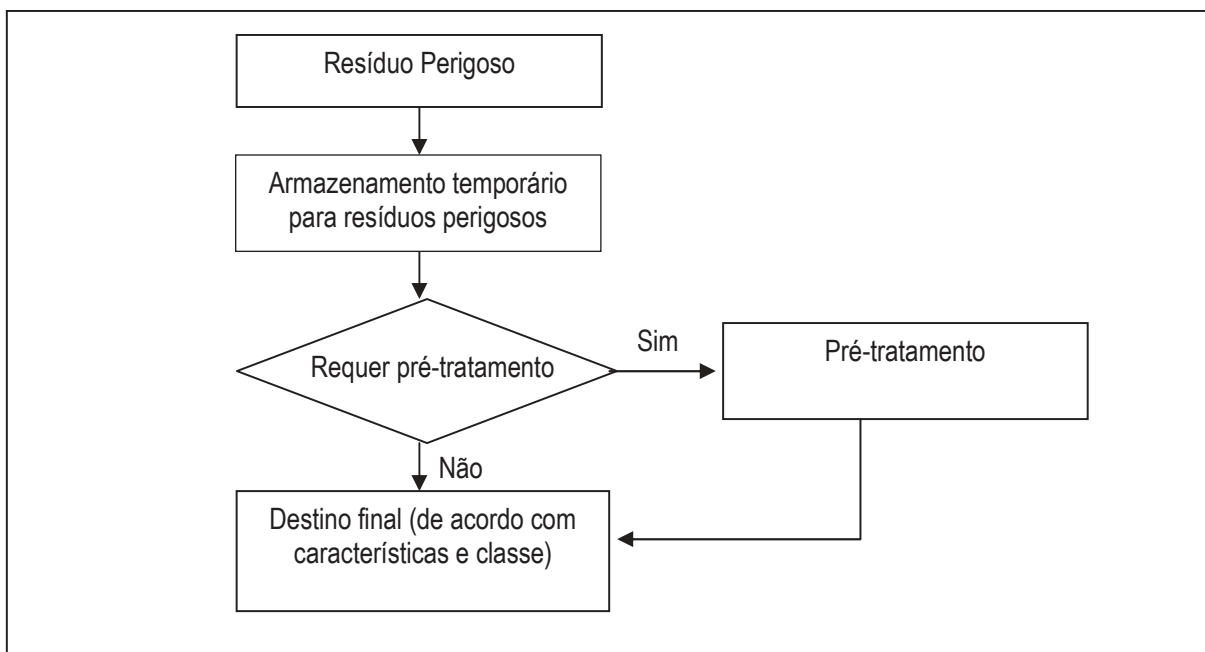


Figura 2.9 – Fluxograma de gerenciamento de resíduos perigosos (Fonte: Firjan, 2006)

Como exemplos de tratamentos, Firjan, (2006) indica dois tipos: físicos e térmicos. Como tratamentos físicos tem-se: centrifugação, redução de partículas e separação gravitacional. Como tratamento térmico, incineração, co-processamento, pirólise e plasma. Os tipos de resíduos e respectivos processos de tratamentos são apresentados pelo autor no Manual de Gerenciamento de Resíduos, com base na classificação de periculosidade da NBR 10004 (Tabela 2.7).



TABELA 2.7: Opções de tratamento e destinação de cada tipo de resíduo

TIPO DE RESÍDUO	Redução	Reutilização	Reciclagem	Processos de tratamento							Disposição em aterro industrial
				Físicos			Têrmicos				
				Centrifugação	Redução de partículas	Separação gravitacional	Incineração	Co-processamento	Pirolise	Plasma	
Água oleosa	x			x				x			
Embalagens, sacarias, bombonas, latas, tambores vazios	x	x	x				x	x1			x
Baterias de veículos	x		x								
Borras oleosas	x	x		x	X		x	x	x	X	
Cinza de fornos	x	x	x					x			x
Entulhos de construção (pallets, restos de vegetação, resíduos de cimento, concreto e vidro)	x	x	x				x	x			x
Fibra de vidro	x		x				x	x			
Materiais com amianto	x	x									x
Óleo usado	x	x	x			X		x2			x2
Plástico e borracha	x	x	x			X		x			
Resíduos de cimento e concreto (incluindo solo contaminado com cimento)	x		x			X		x			x
Resíduo de pintura e outros revestimentos	x		x			X	x	x			
Resíduo de poda de vegetação	x	x	x	x		X	x	x			x
Resíduos associados a processos industriais (trapos, EPIs contaminados com óleo, madeira)	x		x	x		X	x	x			
Serragem com óleo	x					X	x	x			
Solo contaminado com óleo	x					X	x	x			x
Solventes	x	x	x			X	x	x1	x	X	x
Sucata metálica	x	x	x			X	x		x	X	x
Refratários	x							x			

(Fonte: Firjan, 2006)

1 Exceção. Os resíduos contaminados com organoclorados não podem ser co-processados.

2 De acordo com a Resolução CONAMA 362 de 2005, os óleos lubrificantes usados devem ser rerrefinados.

Na sua maioria, os resíduos de construção são classificados como inertes. Entretanto, alguns resíduos são perigosos, como é o caso de embalagens de tintas, solventes, gesso, entre outros. As chapas de compensado, em especial, também são classificadas como resíduo perigoso, tendo em vista as resinas e colas usadas em sua fabricação (NBR 10.004).

O envolvimento das empresas em apresentar uma solução adequada para o destino final do resíduo de madeira contribui para seu desenvolvimento sustentável e reduz significativamente os impactos ambientais de suas atividades, principalmente se ocorrer uma efetividade e empenho disciplinar e ordenado dos fluxos de destinação dos resíduos da construção civil nas cidades.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Este trabalho utiliza como estratégia de pesquisa o estudo de caso, indicada por Yin (2000) pois é baseado numa questão de pesquisa do tipo como e lida com fatos contemporâneos inseridos no seu próprio contexto, com pouco controle do pesquisador sobre o objeto pesquisado.

Segundo Gil (2000), a estratégia do estudo de caso pode ter diferentes objetivos, dentre os quais, neste trabalho podem ser citados: explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, preservar o caráter unitário do objeto estudado, descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação.

A realização da pesquisa ocorreu em duas etapas e envolveu múltiplas variáveis. A Figura 3.1 apresenta o delineamento da pesquisa, mostrando, em cada etapa, o objetivo, as questões de pesquisa e as fontes de evidências que basearam o estudo.

Objetivo Geral: apresentar um levantamento do gerenciamento do resíduo de madeira utilizada como fôrma de estrutura de concreto armado			
	Objetivos específicos	Questões de pesquisa	Base de informações/fontes de evidências
ETAPA 1	Investigar como as empresas construtoras de Novo Hamburgo gerenciam o resíduo da madeira de fôrmas	Como o resíduo de madeira de fôrmas é gerenciado pelas construtoras? Qual o destino dos resíduos?	Entrevista com construtores e engenheiros civis de Novo Hamburgo e com empresas transportadoras de resíduos Qual a contribuição e ações dos órgãos públicos? Qual o impacto dos resíduos de chapas de compensado?
ETAPA 2	Identificar programas computacionais que possam auxiliar a otimização do uso da madeira e redução de resíduos e simular o uso deste programas, avaliando utilidade e facilidade de uso do programa	Que programas computacionais utilizados por outros setores podem ser utilizados para plano de corte de formas? Como o programa auxilia no plano de corte? Que resultados são observados?	Programas computacionais de plano de corte utilizado por outros setores; Pesquisa da quantidade de madeira utilizada para confecção de formas em obras realizadas

Figura 3.1: Delineamento da pesquisa

### 3.1 Etapa 1: Investigação de como as empresas construtoras gerenciam o uso e resíduo da madeira utilizada na fabricação de fôrmas para concreto

Essa etapa buscou atender o primeiro objetivo específico da pesquisa, que consiste em investigar como as empresas construtoras gerenciam o uso da madeira e como realizam o destino final dos resíduos da mesma. As questões de pesquisas que embasaram a realização desta etapa são: *“Como as empresas construtoras gerenciam a madeira utilizada na confecção de fôrmas de elementos estruturais de concreto armado? Qual o destino final dos resíduos desse material?”*

Das dez empresas construtoras associadas ao Sinduscon de Novo Hamburgo, quatro empresas participaram da pesquisa, as quais atuam na construção civil há no mínimo quinze anos e utilizam mão-de-obra própria e subcontratada. Apenas uma dessas empresas atualmente não está executando obras verticais. Para atingir esse objetivo específico e responder às questões de

pesquisa foram contatadas sete empresas construtoras associadas ao SINDUSCON NH<sup>6</sup>, sendo que quatro se disponibilizaram a participar da pesquisa.

Nas quatro empresas foi aplicado um questionário aos empresários e engenheiros civis (Figura 3.2), para entender como as empresas realizam o gerenciamento dos resíduos de madeira e como realizam o destino final. O questionário foi aplicado pessoalmente no período de dezembro de 2010 a março de 2011.

Além do questionário aplicado nas empresas construtoras, também foram coletadas informações sobre as práticas adotadas pelos transportadores de RCD, através de entrevistas com responsáveis pela coleta das caçambas. Estas informações foram buscadas em diversas empresas da região, abrangendo cidades de Porto Alegre, Vale dos Sinos e Vale do Caí.

Ao todo, foram contatadas cinco empresas transportadoras de resíduos no período de fevereiro a julho de 2011. As empresas optaram por prestar informações através de conversas (entrevistas) informais ao invés de responder questionários.

---

<sup>6</sup> Durante o desenvolvimento deste trabalho foi firmado um convênio de pesquisa entre o Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON NH) de Novo Hamburgo e o Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil da UNISINOS, com o objetivo geral de elaborar um plano de gestão dos resíduos da construção civil de empresas construtoras do município. Desta forma, este trabalho passou a fazer parte do convênio e o acesso às empresas construtoras foi facilitado através do sindicato. O SINDUSCON NH possui dezesseis empresas associadas, sendo onze construtoras e cinco empresas que atuam nos ramos de esquadrias, instalações e refratários.

Prezado colega,

Estamos realizando uma pesquisa sobre gerenciamento da madeira de fôrmas de estrutura de concreto armado na construção, com o objetivo principal de apresentar uma proposta de gestão do uso da madeira. Para tanto, solicitamos sua colaboração no preenchimento do presente questionário.

Identificação:

( ) engenheiro civil ( ) empresário

A empresa atua há \_\_\_\_\_ anos no mercado e realiza obras ( ) residenciais ( ) comerciais

- 1) A empresa tem influência nas concepções de projeto de formas?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 2) Conhece alguma oportunidade de aproveitamento do resíduo de madeira gerado nas obras?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 3) Existe na sua empresa alguma política de gestão de resíduos de madeira de fôrmas?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 4) Em suas obras, o descarte de madeira é separado por tipo e geometria do material?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 5) Existe algum programa para minimizar o uso de madeira nas obras?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 6) O volume de resíduos de madeira é medido?  
( ) sim Como? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 7) É viável a triagem da madeira nos canteiros?  
( ) sim ( ) não Por quê? \_\_\_\_\_
- 8) O resíduo de madeira é recolhido por caçambas?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 9) ? É conhecido o destino final dado pelo caçambeiro?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 10) Tem interesse em integrar um plano de gerenciamento de resíduos de madeira? O que espera deste plano de gestão? Quais seriam as dificuldades?  
( ) sim Qual? \_\_\_\_\_ ( ) não
- 11) Qual o benefício esperado com o controle do uso de madeira nas obras:  
( ) Reconhecimento da empresa pela preocupação com o meio ambiente  
( ) Redução de custos  
( ) Não espera benefícios

Figura 3.2: Questionário aplicado em empresas construtoras de Novo Hamburgo

Com o propósito de complementar os dados obtidos das construtoras e transportadoras de resíduos de madeira, foram buscadas informações junto aos órgãos públicos, através de seus representantes, a fim de descrever os papéis desempenhados pelos órgãos fiscalizadores. Dados relativos ao transporte destes resíduos, (saída dos canteiros até a disposição final) foram obtidos através de

contatos com as empresas responsáveis pela coleta, complementando as informações da primeira etapa.

Foram contatadas as empresas que praticam o recolhimento junto às obras pesquisadas, investigando o que vem sendo praticado atualmente, as irregularidades existentes, quais ações que vêm sendo tomadas para atender a legislação vigente e se a mesma ocorrem com envolvimento das empresas geradoras e entidades fiscalizadoras.

Para identificar possíveis setores interessados pelo resíduo de madeira da construção, foram contatadas olarias e padarias, considerando a possibilidade de interesse de uso do resíduo para a queima.

Com o propósito de diagnosticar as práticas realizadas pelo poder público, no papel de principais fiscalizadores do cumprimento da legislação, foram desenvolvidos questionários para aplicação na Federação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM (Figura 3.3) e Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo (Figura 3.4).

Os contatos para aplicação do questionário foram realizados por telefone e email, no período de março a julho de 2011.

Prezado Sr (a),

Estamos realizando uma pesquisa sobre gerenciamento da madeira de fôrmas de estrutura de concreto armado na construção, com o objetivo principal de apresentar uma proposta de gestão do uso da madeira. Para tanto, solicitamos sua colaboração no preenchimento do presente questionário.

- 1) Quando da emissão da Licença de Operação (LO), é considerado o Gerenciamento de Resíduos da empresa, ou seja a LO não é emitida quando a empresa não possui este gerenciamento? Sob o ponto de vista da Fepam, houve um crescimento com relação a esta preocupação?
- 2) Qual o diagnóstico atual sobre o gerenciamento de resíduos da construção civil?
- 3) Soluções para o descarte de resíduos da construção civil estão sendo discutidas pelos interessados (Órgãos públicos, geradores e transportadores)? Se positivo, quando e com que frequência elas ocorrem?
- 4) Existem fiscalizações para verificar a ocorrência de descarte regular dos resíduos da construção civil? E com relação aos transportadores? Se positivo, quais as cidades está ocorrendo esta fiscalização?
- 5) Qual a posição da Fepam em relação ao descarte dos resíduos da madeira da construção civil, mais especificamente as chapas de compensado? Estes resíduos deverão ser dispostos em aterros sanitários ou podem ter algum outro tipo de uso?
- 6) Diversas olarias e outras empresas possuem LO para recebimento de resíduos da madeira sem contaminante. Qual o critério ou a especificação dos resíduos sem contaminante? Os resíduos da obra (madeira) são considerados contaminados (possuem pregos, desmoldante, resíduo de nata de concreto, além da própria resina das chapas de compensado)? Qual o critério de classificação de material contaminado, o mesmo ocorre através de ensaios?
- 7) Conhece práticas legais de reuso dos resíduos de madeira da construção civil?
- 8) Alguma informação adicional relacionado ao resíduo da madeira - chapas de compensado

Figura 3.3: Questionário aplicado na FEPAM



Prezado Sr (a),

Estamos realizando uma pesquisa sobre gerenciamento da madeira de fôrmas de estrutura de concreto armado na construção, com o objetivo principal de apresentar uma proposta de gestão do uso da madeira. Para tanto, solicitamos sua colaboração no preenchimento do presente questionário.

- 1) Sob o ponto de vista do Órgão Municipal, como está a situação atual do município com relação ao resíduos da construção civil?
- 2) Quais são as ações realizadas entre os interessados (órgão público, geradores e transportadores)?
- 3) Quantas empresas estão licenciadas para o transporte e descarte em acordo com a legislação?
- 4) Com relação as empresas que não cumprem a Legislação sobre descarte apropriado dos resíduos da construção civil, quais as ações que o Órgão Municipal pretende tomar?
- 5) Com relação ao resíduo de madeira da construção civil, quais são as orientações pelo Órgão Municipal?
- 6) Conhece práticas legais de reuso dos resíduos de madeira da construção civil que ocorrem na cidade de NH?
- 7) Quais são as metas do Órgão Municipal para regularização e atendimento à Legislação vigente com relação aos resíduos da construção civil?
- 8) Conforme publicado no site da PMNH, já ocorreram aplicação de multas relativas à descarte inadequado de resíduos da construção civil, qual a frequência de fiscalização por parte do Órgão Municipal com relação ao resíduos da construção civil?
- 9) A PMNH sabe informar quantas empresas transportadoras tem LO para descarte da madeira (construção civil)? Onde este descarte ocorre (em aterros ou para outros fins)

Figura 3.4: Questionário aplicado na Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo

Para buscar e propor algumas ações para o cumprimento da legislação quanto à disposição final dos resíduos de madeira de fôrmas de estruturas de concreto armado (madeiras brutas e chapas de compensado) foi necessário investigar o material, principalmente as características das chapas de compensado, como sua composição, verificação de grau de contaminação, a fim de buscar o entendimento quanto ao impacto deste resíduo disposto no meio ambiente ou reutilizado para outros fins.

Para tanto, foram contatados três fabricantes de chapas de compensado no Brasil que são fornecedoras dos materiais empregados nas obras das empresas

estudadas. Somente uma das empresas contatadas demonstrou interesse e contribuiu com as informações solicitadas.

Para interpretar os informações recebidas pelo fabricante foi contatada uma professora universitária com formação em Química e um profissional em Engenharia Química, que atua em uma empresa do ramo calçadista, fabricante de artefatos de borrachas, solados e adesivos. Esses profissionais foram contatados porque a informação disponibilizada pelo fabricante possui um caráter essencialmente comercial. Além da consulta com os profissionais, também foram consultadas normas técnicas.

### **3.2 Etapa 2: Programas computacionais para plano de corte**

A segunda etapa se refere à identificação de programas computacionais, utilizados por outros setores produtivos, que possam ser utilizados para otimização do uso da madeira na confecção de fôrmas e conseqüentemente reduzir a geração de resíduos. Tem como base a questão de pesquisa: *“Que programas computacionais utilizados por outros setores podem ser utilizados para plano de corte de fôrmas? Como o programa auxilia no plano de corte? Que resultados são observados?”*

Esta etapa de pesquisa pode ser dividida em duas sub-etapas. A primeira consiste na busca de programas computacionais para a realização do plano de corte e a segunda consiste na simulação do uso do programa para otimização de corte de madeira na construção.

#### **3.2.1 Identificação de programas computacionais de plano de corte**

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e na *internet* acerca de práticas existentes sobre plano de corte. Além disso, foram consultados professores e pesquisadores dos cursos de engenharia de produção e da área de informática (Programa de Pós Graduação na área Processamento de Dados) da UNISINOS, com uma idéia inicial de desenvolvimento de um programa específico para utilização no trabalho. Pela inviabilidade de prazo e por existir no mercado programas possíveis de serem utilizados, optou-se por utilizar programas comercializados e empregados pelo setor moveleiro, já que não foi constatado o uso de plano de corte junto a empresas construtoras na região.

Do setor moveleiro, foram contatadas quatro empresas para análise dos programas computacionais de plano de corte utilizados. Das quatro empresas, duas mostraram interesse e permitiram o acesso às informações necessárias para verificar a possibilidade de utilização dos programas na construção.

A primeira empresa visitada é fabricante de móveis modulados (Moveleira A), que utiliza como matéria prima preponderante chapas de MDF (Medium Density Fiberboard – Fibra de Média Densidade), produzido a partir de fibras de madeira, aglutinadas com resinas sintéticas através de temperatura e pressão, com composição homogênea em toda sua superfície e em seu interior.. A segunda empresa é fornecedora de materiais de madeira (chapas de MDF) e utensílios para fabricação de móveis, que tem os marceneiros autônomos como principais clientes (Moveleira B).

As empresas foram visitas nos meses de março e abril de 2011, com o objetivo de verificar: tipo de programa de plano de corte que utilizam, tempo de uso do mesmo pela empresa, pontos positivos e negativos do uso do mesmo, particularidades e custo do programa.

Na empresa Moveleira A foi possível analisar e acompanhar todo o processo de corte de chapas de MDF para a fabricação dos móveis, desde o lançamento de informações no programa (que ocorre através de um banco de dados), a configuração do plano de corte (forma gráfica), mostrando os cortes a serem realizados automaticamente pelo equipamento de corte. Também foi possível conhecer qual o aproveitamento de matéria-prima obtido por corte.

Por fim, foi realizada uma pesquisa de preço e principais características dos programas computacionais utilizados pelas empresas moveleiras visitadas. Os contatos foram realizados no período de março a junho de 2011, sendo que somente uma das empresas que vende o programa enviou informações e orçamento.

### **3.2.2 Simulação do uso de programa de plano de corte**

Com o programa disponibilizado pela empresa Moveleira B, buscou-se realizar a simulação da quantidade de madeira necessária para a realização de formas da estrutura de obras através de um plano de corte.

Para isso, foram identificadas obras das empresas visitadas na primeira etapa do trabalho que tivessem todos os dados necessários para a simulação. Os dados

incluem: planta de fôrmas, identificando os elementos estruturais abrangentes; e informações sobre a quantidade de madeira (chapas de compensado) consumida pela obra para a realização das fôrmas.

No total, foram identificadas três obras em duas empresas. Porém, das três obras escolhidas, uma delas não tinha certeza sobre as informações fornecidas e acabou sendo excluída da amostra desta pesquisa.

A Obra 1 é um edifício comercial, composto por três pavimentos, com área total de 1.621,07m<sup>2</sup>. A estrutura da obra é composta por pilares, vigas, lajes pré-moldadas e algumas lajes maciças de concreto armado. Na realização do estudo, a obra encontrava-se em fase de revestimento argamassado interno e externo. Os dados sobre consumo de chapas de compensado foram coletados em novembro de 2010, quando da execução da laje de forro do térreo, sendo consideradas as fôrmas das vigas e lajes, de acordo com o projeto de fôrmas apresentado na Figura 3.5.

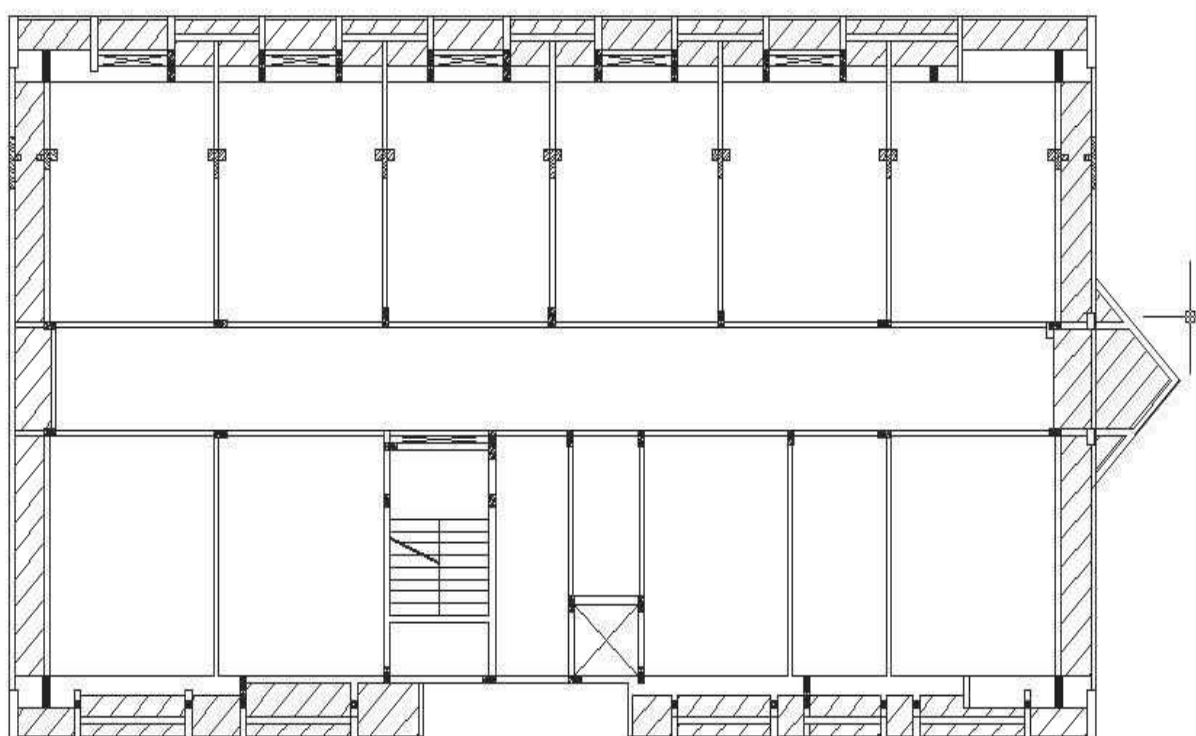


Figura 3.5: Planta de fôrmas – Obra 1

A Obra 2 é um edifício residencial, composto por doze pavimentos (dois subsolos – garagens; térreo – área social; oito pavimentos tipo – com dois apartamentos por andar e um pavimento cobertura – salão de festas dos apartamentos do último andar tipo), com área total de 3.988,96m<sup>2</sup>. A estrutura dessa obra é composta por pilares, vigas e lajes maciças de concreto armado. Na realização do estudo, a obra encontrava-se em fase de execução da supraestrutura do pavimento tipo. Os dados sobre consumo de chapas de compensado foram coletados em março de 2011, quando da execução da laje de forro do primeiro subsolo, sendo consideradas as fôrmas dos pilares, vigas e lajes, de acordo com a planta de fôrmas apresentada na Figura 3.6.

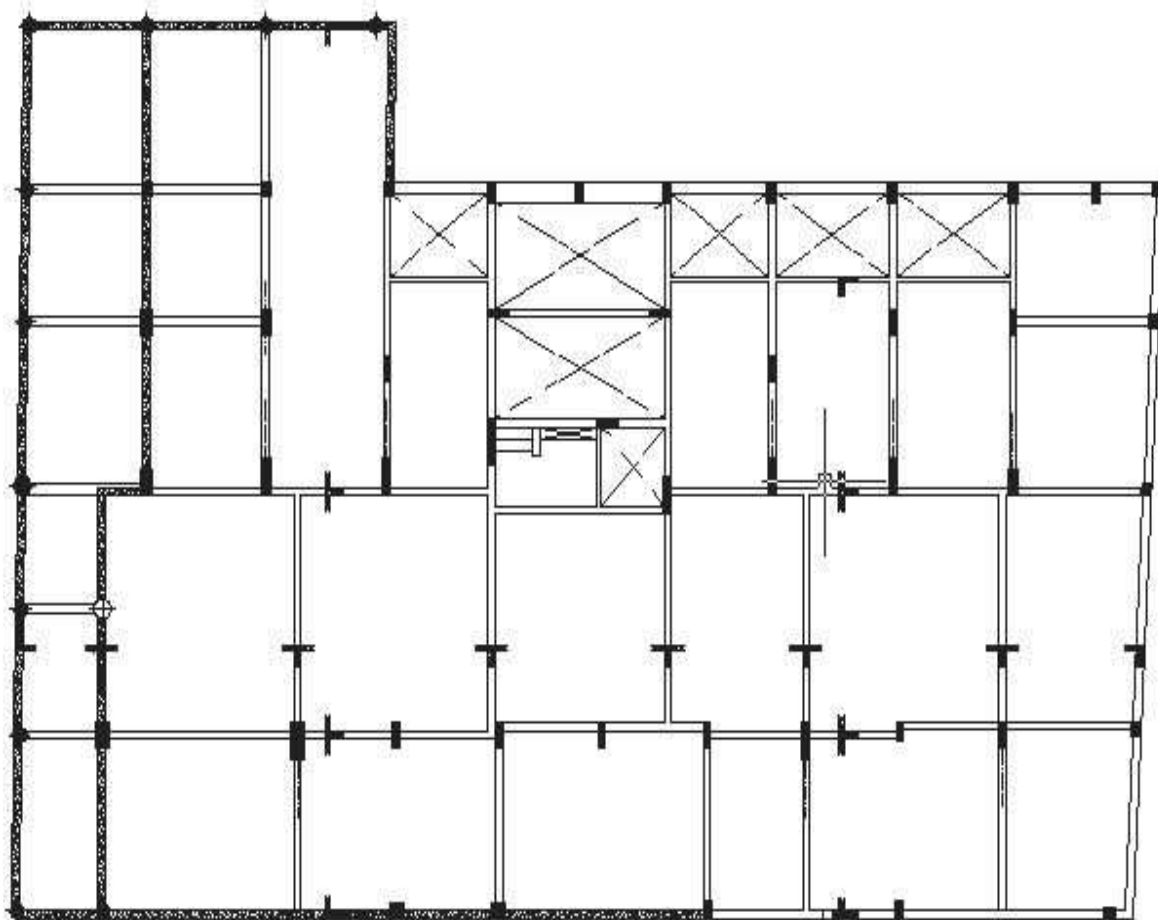


Figura 3.6: Planta de fôrmas – Obra 2

As duas obras pesquisadas não possuem projeto de dimensionamento das fôrmas. Em ambas, o corte da madeira é realizado por carpinteiros com o uso da

ferramenta de serra circular de mesa, sem observar formalmente critérios de racionalização de corte das chapas de compensado (dimensão de 1,10m x 2,20m), sendo algumas plastificadas e outras resinadas.

Para utilização do programa computacional de plano de corte foi necessário identificar (Tabela 3.1) todas as peças de chapas de compensado necessárias para confeccionar as fôrmas dos elementos estruturais do pavimento especificado para cada obra.

TABELA 3.1: Lista de peças de madeira (compensada) para confecção da fôrma

Elemento	dimensão x (m)	dimensão y (m)	quantidade (un)
P35/36/37/38/39- P34/40	0,65	0,25	10
	2,20	0,25	10
	0,65	0,67	10
	2,20	0,67	10
P3	0,40	0,20	2
	2,20	0,20	2
	0,40	0,82	2
	2,20	0,82	2

A lista com as dimensões e quantidades de peças foram elaboradas pelos mestres de obra, tendo esta necessidade pela falta de projeto de dimensionamento de fôrmas. Utilizou-se como base as dimensões dos elementos estruturais, sendo observada as dimensões máximas da chapa de compensado.

As dimensões dos cortes das peças e quantidades foram lançadas manualmente no sistema. Também foi necessária a configuração de demais informações, como: espessura do corte (espessura do corte da lâmina da serra circular de mesa = 4mm), permissão da rotação das dimensões informadas, tamanho da chapa a ser utilizada, entre outros. A Figura 3.7 apresenta o programa computacional utilizado onde os dados foram lançados.

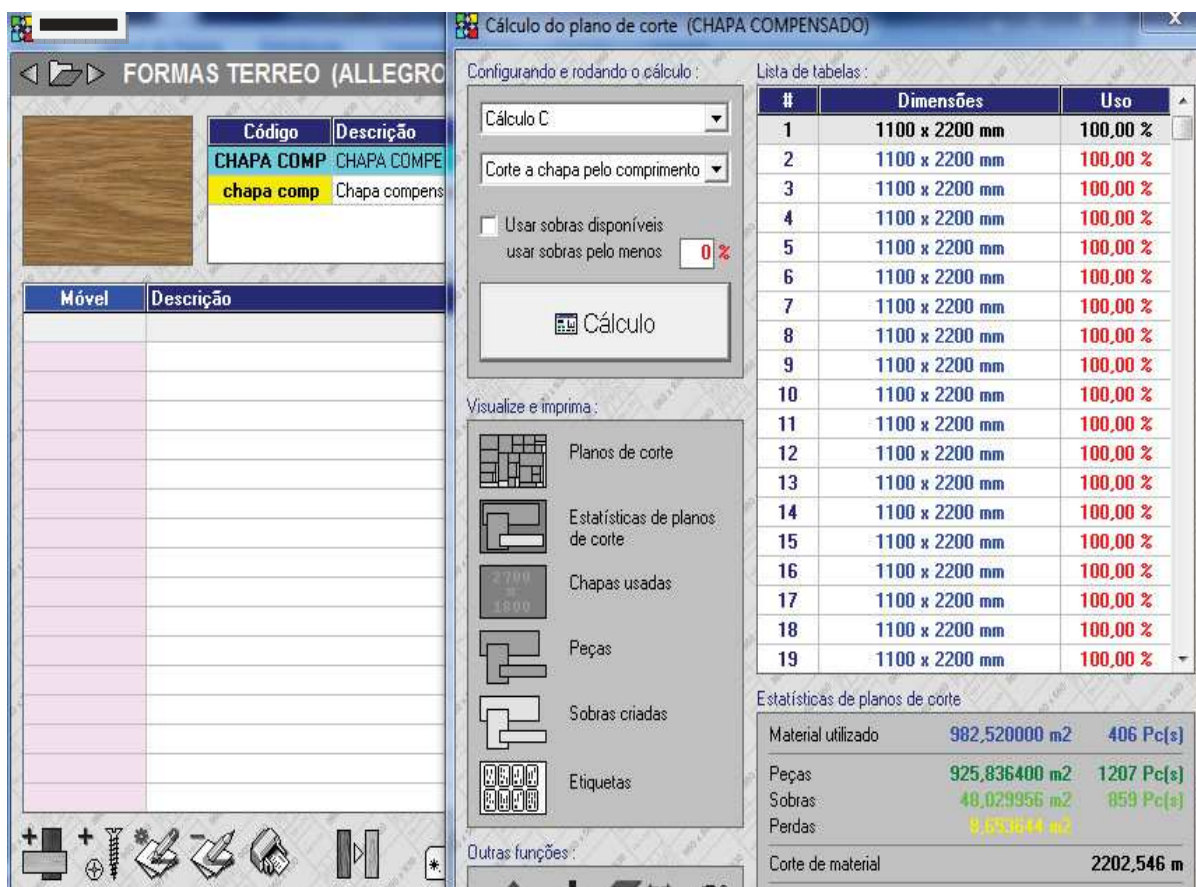


Figura 3.7: Programa computacional utilizado

Os resultados obtidos através da simulação de plano de corte (quantidade de chapas de compensado), foram comparados com a quantidade de chapas compradas pelas empresas, calculadas pelos mestres de obras.

Para avaliar o uso do programa de plano de corte nos canteiros de obras, em termos de utilidade e facilidade de uso, foi realizada uma entrevista com um carpinteiro (Obra 2) que opera a serra circular de uma das obras pesquisadas. O mesmo trabalha na empresa há dez anos, sendo que há cinco anos atua na função de corte das chapas de compensado.

Na entrevista foi considerada a percepção do carpinteiro sobre a utilidade do programa e a facilidade de uso nas obras. As questões da entrevista abordaram, com base na opinião do colaborador: como o processo pode ser melhorado, se o plano de corte facilita a execução da atividade de corte dos painéis e o que poderia ser apontado como positivo e negativo ao utilizar o plano de corte.

## 4. RESULTADOS

Os resultados obtido na realização das duas etapas do trabalho são apresentados a seguir.

### 4.1 Gerenciamento de resíduos de madeira realizado pelas empresas entrevistadas

A partir do diagnóstico realizado com empresas construtoras sobre o gerenciamento de resíduos de madeira utilizada na confecção de fôrmas identificou-se que as empresas afirmam participarem na etapa de desenvolvimento de projetos de fôrmas, através de reuniões com os engenheiros projetistas. Segundo os entrevistados, as empresas solicitam e verificam a viabilidade de padronização dos elementos estruturais para obtenção de economia de material na estrutura (fôrma e concreto) e mão-de-obra.

Quanto ao uso de projeto detalhado de fôrmas, uma das empresas colocou que há oito anos usava esse recurso, porém abandonou esta prática. No entanto, afirma que num empreendimento realizado atualmente está voltando a realizar projeto de fôrmas, pois detectou que no período em que tinha na obra o projeto detalhado, na sua percepção, existia uma economia de material e conseqüentemente menor consumo de recurso de mão-de-obra aplicado.

Perguntadas sobre a existência de algum programa para minimização do uso da madeira pelas construtoras, os responsáveis relataram algumas ações que visam melhorias quanto ao uso da madeira, tais como:

*“O que existe na empresa é uma padronização nas dimensões, cuidados na montagem e tratamentos de pintura nas chapas de compensado para aumentar a durabilidade”.*

*“A intenção é reduzir ao máximo o uso da madeira nas obras, a empresa já utiliza escoras metálicas e possui fôrmas plásticas para execução das lajes, mas basicamente utilizadas nas garagens, o que representa aproximadamente 20% da utilização total de fôrmas. As*



*demais estão sendo executadas com uso de fôrma de madeiras”.*

Nenhum dos entrevistados mencionou o uso de plano de corte para reduzir a quantidade de material empregado comparado ao material adquirido atualmente.

São desconhecidas, pelas empresas entrevistadas, oportunidades de aproveitamento de resíduo de madeira fora da obra. Nesse sentido, o que realizam, é o aproveitamento dentro do canteiro, como a reutilização do material no máximo possível de vezes, desde que o material garanta a estanqueidade e qualidade das fôrmas. O desempenho, em termos de estanqueidade, aspecto e integridade, foi apontado como requisito fundamental na hora da definição da compra do material, pois neste momento, a relação custo-benefício das chapas de compensado é analisada.

Conforme depoimentos colhidos, nas quatro empresas o resíduo é armazenado em baias, quando o material não tem mais reaproveitamento. A maioria das empresas não separa os resíduos de madeira por tipo ou geometria. Somente uma das empresas visitadas colocou que corta os resíduos para facilitar e melhorar a organização (principalmente madeira bruta das chapas de compensado). A Figura 4.1 mostra a situação em uma das obras das empresas visitadas.



Figura 4.1: Armazenamento de resíduos de madeira em um canteiro de obras

Uma das quatro empresas respondeu que está medindo o volume de resíduos de madeira no final da obra, porém não sabe informar dados relativos à essa medição. As demais apontam que não controlam os resíduos retirados de suas obras.

De acordo com os entrevistados é viável realizar uma triagem ou separação do resíduo de madeira nos canteiros, porém não sabem a relação do custo deste serviço relacionado ao benefício. Na opinião dos entrevistados, as empresas não separam o material porque atualmente não existe qualquer exigência ou prioridade desta questão.

Todas as empresas foram unânimes em dizer que contratam os transportadores de coleta de entulho da cidade, que recolhem o material nas obras através de caçambas. No entanto, desconhecem o destino final dos mesmos, (disposição adequada), apesar da total responsabilidade pelo material ser dos geradores. Todos colocaram que em nenhum momento o recolhimento é realizado por catadores e olarias, entre outros.

A última questão abordada nas entrevistas é com relação à realização de um plano de gestão de resíduos de madeira. Todas empresas se mostram interessadas em cumprir a legislação em vigor e obter um plano de gestão eficiente na solução dos problemas ambientais causados pelos resíduos gerados nas edificações. Porém, colocaram também que existe o interesse pela substituição da madeira por outros materiais compatíveis e que necessitam menor renovação. No entanto, embora esta solução exista, não é adotada em função dos altos custos que estes novos materiais ainda representam.

Na visão das empresas, o plano de gestão pode ser um caminho para minimizar a geração de resíduos. Todas as empresas acreditam que o plano de gestão de resíduos resulta em redução de custos e três empresas também acreditam que possam melhorar a imagem dos canteiros, através do reconhecimento pela sociedade por ser uma empresa com preocupação ambiental.

De um modo geral, pode-se concluir que a situação da gestão dos resíduos de madeira é similar nas empresas entrevistadas. Durante as entrevistas, todos os entrevistados demonstraram interesse em solucionar problemas, especialmente com foco na questão dos custos que isto representa.

Quanto ao destino dos resíduos de madeira coletados nas obras, as informações obtidas com empresas transportadoras entrevistadas são a seguir descritas.

Uma das empresas de transporte de resíduos de Novo Hamburgo colocou que possui a Licença de Operação válida até Julho/2011 para disposição de resíduos da construção civil inertes e também de madeira. O responsável pela empresa demonstrou preocupação quanto ao transporte de madeira, já que acredita que a licença não será renovada, o que se confirmou até o final deste estudo. Conforme o entrevistado, não existe nenhuma solução proposta por interessados (geradores e Prefeitura Municipal), nem a realização de discussões sobre o descarte dos resíduos de madeira. O entrevistado reclamou o fato da Prefeitura Municipal não estar agindo de forma pró-ativa junto às empresas transportadoras a fim de regularizar a situação atual.

A empresa transportadora de resíduos de São Leopoldo, que possui a Licença de Operação válida até fevereiro de 2012, informou que os resíduos de madeira são encaminhados para uma Olaria de Sapucaia do Sul.

Segundo o sócio-diretor da empresa do Vale do Caí, as caçambas recolhidas nas obras contém diversos tipos de resíduos e são transportados até o pátio de sua propriedade, onde é realizada a separação dos mesmos. O entrevistado mencionou que tem a licença de operação e possui cadastro no CREA-RS. Após a seleção de resíduos, o de madeira é transportado e vendido para uma olaria no Vale do Caí, que somente tem licença de operação para uso de resíduos de madeira sem contaminante. Outro fim dado ao resíduo é a entrega, sem valor comercial, para uma empresa de recapagem de pneus, que utiliza o material para queima. Em contato com esta empresa, o responsável informou que sua licença de operação é somente para materiais sem contaminantes.

A empresa transportadora do Vale do Caí colocou que em último caso os resíduos são encaminhados para uma empresa que atua como central de resíduos. Essa empresa é considerada como referência na região, pois presta serviço de gerenciamento, tratamento e destino final de resíduos industriais, alegando reaproveitamento, eliminação ou minimização de passivos ambientais. Um dos responsáveis pela empresa afirmou que há bastante tempo não recebe mais

nenhum resíduo de madeira, pois a empresa está focada em atender resíduos de outras atividades industriais e não mais da construção civil.

Outra empresa visitada de transporte de resíduos se localiza na cidade de Porto Alegre. Nesta empresa, a pessoa entrevistada mostrou muita preocupação com a falta de tratamento adequado aos resíduos de construção, seja por parte do responsável pela coleta, geradores e também pelos órgãos municipais. Segundo o entrevistado, num futuro bem próximo não sabem onde poderão descartar os resíduos da construção civil, ficando somente a alternativa de encaminhar o resíduo para o aterro localizado na cidade de Minas do Leão, sendo uma solução onerosa. O aterro sanitário está localizado há 80 quilômetros de Porto Alegre, em uma área total de 500 hectares dos quais cerca de 73 estão sendo utilizados na operação, com uma capacidade total de 25 milhões de toneladas de resíduos. O aterro tem uma vida útil estimada em 23 anos.

Além do valor normalmente cobrado, a empresa cobra uma taxa de R\$ 80,00 a mais para as caçambas de resíduos que tenham a presença de madeira, pois alega que existe uma cobrança extra junto ao Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU) de R\$ 80,00/tonelada de madeira. No DMLU são descartados os materiais como plásticos, papel, isopor e vegetação. As caçambas que contém RCD são encaminhadas para uma área licenciada em Canoas. Segundo o responsável pela empresa, resíduos de madeira são algumas vezes encaminhados para padarias, que utilizam os resíduos para queima, apesar de não possuírem licença para este fim.

Num aspecto geral, os transportadores não informam claramente o destino final do resíduo de madeira, o que leva à conclusão de que estão dispondo o material irregularmente em todos os municípios pesquisados e em Novo Hamburgo a situação não se diferencia, visto que a única área licenciada encontra-se impedida de receber resíduos de madeira de construção. As empresas construtoras entrevistadas, na sua maioria, armazenam o resíduo de madeira na obra, sem separação por tipologia e tamanho. Em todas, o recolhimento dos resíduos de madeira é realizado separadamente, não os misturando com materiais inertes. Porém, as empresas afirmam desconhecer o destino final do resíduo de madeira e o deixam a cargo dos transportadores contratados.

Cabe salientar que a separação dos tipos de resíduos, prática identificada nas empresas entrevistadas, dificilmente é realizada por pequenas obras e reformas. Desta forma, quando contratam serviço de recolhimento por caçambas, os resíduos de madeira são misturados aos outros.

Outros setores que possivelmente se interessam no resíduo de madeira de construção, foram contatadas, como algumas olarias na região. Porém as mesmas alegaram não ter interesse em colaborar com informações, por receio de estarem atuando em práticas não licenciadas. Algumas mencionaram ter a licença para queima de madeira sem contaminantes, porém informaram que não recebem os resíduos provenientes das obras.

Infelizmente não se obteve resposta sobre fiscalização do cumprimento da legislação em vigor da Fundação Estadual de Proteção Ambiental – RS (FEPAM), apesar das diversas ligações telefônicas e encaminhamentos de emails.

Por parte da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, o responsável do Setor de Meio Ambiente, de forma resumida, respondeu que o recolhimento de pequenos volumes de RCD, dispostos ao longo das vias públicas provenientes de pequenas reformas domiciliares, são recolhidos por seis caminhões caçamba e duas retroescavadeiras da secretaria. A disposição final destes resíduos é feita em uma área licenciada como aterro de inertes situada no aterro em um bairro da cidade (Roselândia). Contudo, sabe-se que atualmente o aterro está desativado e no lugar funciona uma estação de transbordo para encaminhamento dos resíduos domiciliares ao aterro sanitário situado no município de Minas do Leão.

Também afirma que está em andamento uma negociação com o Sinduscon da cidade para a implantação e operação de uma unidade de trituração (usina de britagem) que será operada sob a responsabilidade do Sinduscon em área a ser cedida pela administração municipal.

Para permitir o uso de resíduos de madeira, o responsável pela Secretaria do Meio Ambiente informou que está sendo instalado, em parceria com a AES-Sul, um equipamento triturador de madeiras, que proporcionará o uso de parte deste material, como cavacos, em fornos de indústrias cerâmicas da região. A parte restante será misturada a resíduos orgânicos, em um processo de compostagem a ser implantado pelo município.

O entrevistado pela Prefeitura de Novo Hamburgo afirma que no município operam cerca de seis empresas privadas de tele-entulho e somente uma dispõe de área licenciada para recebimento de materiais inertes. Entretanto, no momento de realização do trabalho a empresa já não mais tinha licença para disposição de resíduos de madeira. Outra empresa está licenciando uma área a ser recuperada devido a processo de erosão, com expectativa da mesma receber somente RCD.

Em contato com a empresa no processo de licença de operação, o responsável confirmou a situação de emergência encontrada na cidade de Novo Hamburgo com relação a resíduos de madeira da construção civil, já que não existe nenhuma área licenciada para recebimento deste resíduo.

Com relação à área para aterro da empresa citada pela Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, a mesma possui área total de aproximadamente quatro hectares e está sendo preparada para recebimento de todos os resíduos da construção civil. A licença de instalação (LI) já foi concedida pela Prefeitura Municipal e a licença de operação (LO) deverá ser emitida num período próximo. A Figura 4.2 mostra a área a ser licenciada para recebimento dos resíduos da construção, inclusive resíduos de madeira.

Quando perguntada sobre a questão de resíduos de chapas de compensado de madeira, a empresa colocou que na especificação dos resíduos de madeira consta como todos os resíduos, não sendo citado de forma clara e caracterizada os tipos de madeira licenciados.

Na visita realizada em julho de 2011, foi constatado que existem diversas interferências a serem tratadas pelo proprietário da área. Por estar localizada numa área residencial da cidade (Av. São Leopoldo, Bairro Canudos, Novo Hamburgo/RS), na ocasião da visita à área concluiu-se que a mesma serve de passagem para moradores próximos de suas unidades habitacionais, inclusive com a presença de crianças brincando no local.



Figura 4.2: Área de Novo Hamburgo licenciada (LI) para disposição de RCD

Conforme relato do proprietário, a área está na fase de instalação dos piezômetros (instrumento para medição da pressão da água intersticial em maciços rochosos e de terra). Seguindo ele, a área só não está com a infraestrutura executada para recebimento dos RCD devido a questões financeiras, já que a empresa está buscando verbas federais a fundo perdido para deixar a área em condições.

No dia da visita, também foi possível constatar carroceiros despejando vários tipos de resíduos no local, conforme mostra a Figura 4.3. Dentre os resíduos foi percebida a presença de sobras de couro, material este em relação ao qual o proprietário necessita providenciar sua retirada e encaminhar para um aterro próprio para este tipo de resíduo, já que a responsabilidade pela disposição inadequada em sua propriedade é da empresa.



Figura 4.3: Resíduos despejados por carroceiros na área a ser licenciada

Quanto ao destino final do resíduo de madeira compensada, material utilizado em grande escala para confecção de fôrmas, foi investigado qual seria o destino adequado, tendo em vista a periculosidade do material.

Inicialmente buscou-se informações industriais sobre composição das resinas utilizadas. Uma das empresas fabricantes do material contatada por email, informou que as lâminas são coladas com 90% cola Watereather and Boiler Proof (WBP), trigo, catalizador, água e sal.

Conforme Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI, 2004), a cola WBP é uma resina resistente a intempéries e fervura. Iwakiri (2004) esclarece que a resina fenol-formaldeído (FF) foi introduzida comercialmente na década de 1930 e apresenta como principal característica a alta resistência a umidade, sendo classificado como uso exterior (BR – boil resistant, WBP – water and boil proof). BR significa resistente à fervura e WBP resistente à temperaturas e fervura). A resina FF apresenta coloração marrom-avermelhada, teor de sólidos de 48% a 51%, entre outros e atende às normas British Standard (Revista da Madeira, 2004).



Estes adesivos são muito utilizados na produção de compensados navais e estruturais. O uso de extensores como farinha de casca de nozes, farinha de trigo, pó de serra ou pó de sangue solúvel evitam excessivas penetrações das resinas na madeira. Quantidades de água são adicionadas com a finalidade de amenizar a viscosidade e minimizar custos.

O formol ou formaldeído, solução a 37% é um composto líquido claro com várias aplicações (INCA, 2011), com CAS (Chemical Abstract Substance) número 50-00-0. Com base na NBR 10004, anexo C, esta resina é classificada como substância que confere periculosidade aos resíduos, sendo um resíduo perigoso, Classe I. A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos divulgou que esse componente foi avaliado pelo grupo de carcinogenicidade da American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGHI), com suspeitas de relação entre resina formol e casos de câncer em seres humanos. Assim, a disposição destes resíduos deveria ocorrer em aterros de produtos perigosos.

Com as informações obtidas na primeira etapa do trabalho, fica evidente que existe um problema grave de descarte final do resíduo de madeira da construção. Apesar da Resolução Conama 307/2002 definir claramente as responsabilidades de todos na gestão de resíduos das obras, os diagnósticos realizados mostram que o destino dos resíduos de madeira que ocorre na prática não é o adequado. Os resultados apontam que está faltando uma integração entre todos os agentes (órgãos fiscalizadores, empresas construtoras, transportadores e receptores) para adequar a situação atual quanto à disposição final.

## **4.2 Plano de corte para confecção de fôrmas de construção**

### **4.2.1 Programas utilizados pelas empresas do ramo moveleiro**

O programa computacional de plano de corte da empresa Moveleira A é utilizado há doze anos. Até então sofreu cinco adaptações para melhorar o processo de corte para esta empresa. A mesma tem como meta gerar apenas 5% de resíduo, considerada pelo diretor da empresa uma meta otimista. Na ocasião da visita, foi observado um registro de 9,95% de perda de material (chapas de MDF) em função do corte.

As informações para gerar o plano de corte são inseridas através de um banco de dados que agrupa diversos modelos padronizados, já que a indústria

moveleira fabrica móveis em série. A máquina que realiza o corte é acionada automaticamente, após a liberação do plano de corte. O resíduo gerado é vendido para olarias, no valor de R\$ 1.500,00/tonelada. As olarias têm muito interesse no resíduo da empresa, principalmente pelo pó, que garante um controle maior de temperatura de queima de seus produtos.

Por se tratar de uma indústria de grande porte, o plano de corte gera resultados extremamente satisfatórios, pois são cortadas diversas peças em série, já que a indústria fabrica móveis modulados com medidas-padrão.

Segundo o proprietário da empresa Moveleira B, há sete anos utiliza um programa de plano de corte para otimizar o corte de chapas de MDF. Nesta empresa foi possível identificar uma situação similar com o objetivo deste trabalho, pois os dados são inseridos para cada situação, já que o marceneiro solicita plano de corte para projetos únicos. As medidas são informadas ao programa para gerar um plano de corte, que é impresso e analisado pelo colaborador responsável para realizar o corte da chapa de MDF com uma máquina seccionadora, de forma manual.

O proprietário desta empresa colocou que com o uso da ferramenta, sua empresa se torna mais competitiva e eficiente em relação às demais. Na entrevista citou exemplos de vendas nas quais o marceneiro procurou seu estabelecimento para compra das chapas inteiras. Ao disponibilizar o serviço e fornecimento de chapas no tamanho desejado, a partir da utilização do plano de corte, ocorre uma redução de aproximadamente 30% em relação à quantidade inicial de chapas.

A meta de sobras da empresa é atingir um patamar em torno de 5%, porém não se trata da situação atual, principalmente pela diversificação dos projetos atendidos e também pela produção em pequena escala.

O entrevistado ainda colocou que, com o uso deste programa, além de dispor de menor quantidade de resíduos no meio ambiente, a melhoria da produtividade é evidente, além de um consumo menor de energia, pois quanto melhor a análise de corte, menor o uso da máquina e conseqüentemente, menor o consumo de energia elétrica.

Por se tratar de uma pequena produção diária de corte, a geração de resíduos também é pequena, sendo que os mesmos geralmente são encaminhados para entidades sociais, que utilizam estas sobras em artesanatos. Os resíduos que

não possuem tamanho mínimo para o uso em artesanato são encaminhados para uma padaria local para uso como queima.

Como o objetivo desta etapa de pesquisa foi investigar no setor moveleiro um programa computacional de plano de corte que pudesse ser utilizado na construção civil, optou-se por utilizar o programa da empresa Moveleira B pela fato desta trabalhar com produtos não seriados, similar à construção civil. A empresa Moveleira A possui características diferentes em relação aos canteiros de obras, principalmente pela tecnologia dos equipamentos automatizados de corte.

Segundo a empresa que comercializa o programa, os benefícios de utilização do programa escolhido são: redução de uso de matéria prima em até 25%, sendo que existe registro de indústrias moveleiras com aproveitamento médio de 98% de chapas de madeira (MDF) a partir do uso do programa. Ainda, apresenta o argumento de que o programa permite testar vários tamanhos de chapa de madeira e avaliar a relação entre o custo do material e o desperdício, opção de trabalhar em rede de computação; agrupamento de peças em módulos para facilitar a organização; impressão de etiquetas para peças e sobras, facilitando a identificação na produção, entre outros. O custo de aquisição do programa é R\$ 1.980,00 (um mil, novecentos e oitenta reais), informação recebida em junho de 2011.

#### **4.2.2 Simulação do uso do programa para as Obras 1 e 2**

A planilha com a quantidades e dimensão de peças para a confecção de fôrmas para a estrutura da Obra 1 está no apêndice do trabalho. As informações desta planilha foram utilizadas para gerar planos de corte, que são apresentados pelo programa como mostrado na Figura 4.4.

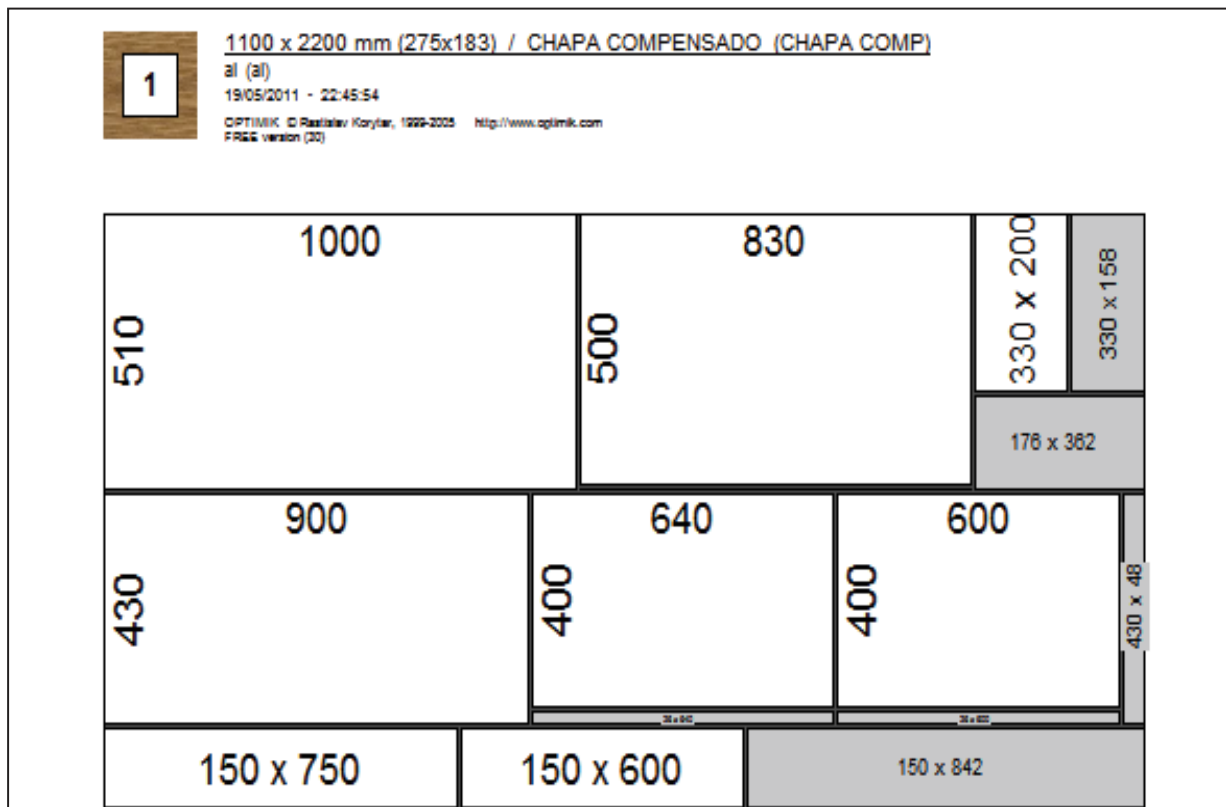


Figura 4.4: Plano de corte gerado pelo uso do programa computacional

Como resultados da simulação realizada, a partir dos planos de cortes disponibilizados pelo programa, é prevista a necessidade de 251 chapas de compensados para a confecção de fôrmas de vigas e lajes da Obra 1. A quantidade de chapas compradas pela empresa, baseada na estimativa do mestre de obra foi de 368 unidades de chapas de compensado.

Para a Obra 2, a quantidade de chapas de compensado estimada pelo programa de plano de corte é de 406 unidades, sendo que a estimativa realizada pelo mestre de obra foi de 467 chapas de compensado. Da mesma forma, a planilha com a quantidade e a dimensão de peças para a confecção de fôrmas para a estrutura da Obra 2 está no apêndice do trabalho.

As simulações realizadas com informação das duas obras resultaram em quantidades reduzidas de chapas de compensado, quando comparada à quantidade de chapas efetivamente compradas pelas construtoras, baseada na estimativa dos mestres de obras.

Na Obra 1, o plano de corte aponta uma redução de 117 chapas de compensado, que significa 31,79% da quantidade do material. Na Obra 2, segundo o plano de corte, a redução seria de 61 chapas de compensado, que representa 13,06% da quantidade de material.

A Figura 4.5 apresenta as quantidades de chapas de madeira compradas pelas construtoras, a quantidade de chapas calculada pelo plano de corte do programa utilizado e a diferença entre as duas.

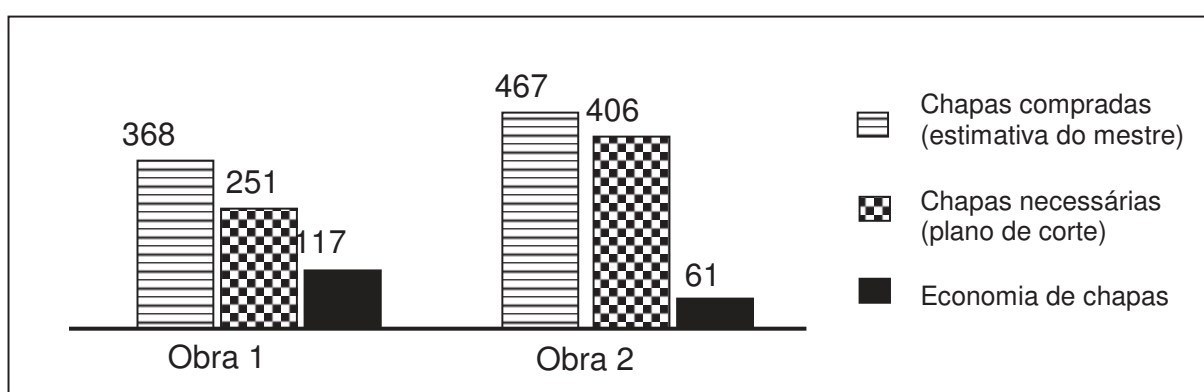


Figura 4.5: Resultados em quantidade de número de chapas

Observa-se que o percentual de redução de chapas de madeira, a partir do plano de corte das duas obras, é consideravelmente diferente. Esse fato pode ser explicado pela diferença de experiência dos mestres e carpinteiros nas obras. Segundo depoimento do engenheiro da Obra 2, o carpinteiro é muito preocupado em não desperdiçar o material e busca aproveitar o máximo da chapa de compensado para realizar os cortes das dimensões necessárias.

Com os resultados alcançados ficou evidente que o uso do plano de corte melhora a eficiência de material utilizado, trazendo benefícios ambientais, pois em primeiro lugar reduz o consumo de matéria prima e, em segundo, reduz a geração de resíduos. Além do ganho ambiental, ao mesmo tempo resulta em vantagem econômica para a empresa, diminuindo o custo de aquisição do material e o custo com o descarte do resíduo.

#### **4.2.3 Avaliação do uso do programa de plano de corte: percepção da utilidade e facilidade de uso**

Segundo o depoimento do carpinteiro de obra entrevistado, o processo tradicional de corte das chapas de madeira para a confecção de formas ocorre a partir do recebimento de uma lista de medidas em duas dimensões de peças retangulares, especificadas a partir do elemento estrutural. Os cortes da chapa de madeira são realizados obedecendo o critério de primeiro cortar peças de maiores dimensões (a chapa de compensado possui dimensão de 1,10x2,20m), buscando utilizar da melhor forma as sobras que ocorrem após os primeiros cortes.

A partir da explicação acerca do estudo realizado sobre redução de resíduos e consumo de chapas de compensado com a utilização do plano de corte e apresentação da Figura 4.4, representando a informação que ele teria para realizar os cortes, ao invés da lista de medidas recebidas pelo mestre de obras, foi solicitado que o carpinteiro avaliasse qual a facilidade/dificuldade e utilidade do uso de plano de corte.

O carpinteiro acredita que a partir do plano de corte realizará as atividades de corte mais rapidamente, pois na situação atual, perde-se muito tempo na busca das maiores medidas na lista de peças a serem cortadas e no canteiro, na busca de sobras de chapas de madeira de maiores dimensões. Com isso, acredita que poderá exercer a função com maior eficiência.

O colaborador também acredita ser útil ter a composição de diversos tamanhos resolvidos em uma chapa de compensado. Avaliou ser uma situação muito melhor do que a praticada atualmente na obra, pois ele precisa analisar como será melhor a distribuição, para evitar consumos altos de chapas de compensado. Com o arranjo resolvido, sua concentração e agilidade na operação da serra circular aumenta. Além disso, acredita que o consumo de matéria prima será menor.

Outro fator exposto foi em relação ao aproveitamento do material que o arranjo irá trazer. Um bom aproveitamento resulta em ganhos para todos. Indagado sobre algum fator negativo com o uso do plano, ele falou que não percebe aspectos negativos no uso do plano de corte, ao contrário, só verifica pontos positivos.

A percepção sobre utilidade e facilidade de uso de uma nova ferramenta de gestão por parte do operador é de suma importância, ainda que, neste estudo, o operador não teve oportunidade de utilizar a ferramenta. Porém, tendo em vista a

experiência da pessoa entrevistada na função de carpinteiro de obra, credita-se valor na sua opinião, no sentido de indicar a utilidade da ferramenta e uma baixa resistência para implantação. Dois aspectos podem ser considerados como essenciais para introdução de inovação em canteiros de obras. As experiências de ações tomadas, seja na área de segurança ou de planejamento e a gestão que envolva dispositivos visuais, como o plano de corte, consideradas muito positivas e eficientes para alcançar as metas traçadas, tendo em vista a qualidade na disponibilidade de informação.

## CONCLUSÃO

A busca de uma gestão ambiental adequada, exige eficiência por parte das empresas, na própria gestão de sua produção, a fim de garantir melhorias como a qualidade e a competitividade. Atualmente a legislação está mais restritiva, os órgãos ambientais mais exigentes e a sociedade mais consciente sobre o problema de gestão de resíduos. Embora avançadas tecnologias e procedimentos complexos e inovadores possam trazer contribuições a esse cenário, também são possíveis bons resultados com ações simples, visando à diminuição dos impactos ao meio ambiente.

O objetivo principal desta pesquisa foi apresentar um levantamento de gerenciamento do resíduo de madeira utilizada como fôrma de estrutura de concreto armado. A primeira etapa teve como objetivo investigar como as empresas construtoras de Novo Hamburgo gerenciam o resíduo da madeira de fôrmas. Para isto, foram realizados contatos com as empresas do ramo da construção civil e também com empresas transportadoras de resíduos. O diagnóstico evidenciou o problema eminente que existe, sendo que os envolvidos mostram grande preocupação com o tema, porém com ações pouco pró-ativas para buscar soluções adequadas ao problema.

Por mais que a inovação tecnológica venha apontando uma tendência de uso de fôrmas de material plástico e metálico, a realidade na região estudada apontou que as empresas estudadas utilizam madeira como material preponderante à confecção de fôrmas. Trata-se na maioria de empresas de pequeno e médio porte, com tímidos investimentos em novas tecnologias.

As entrevistas e visitas à empresas que realizam o transporte de RCD mostraram que os resíduos de madeira são descartados de forma irregular e os transportadores são os agentes que menos têm força política para impor outra alternativa à sociedade.



Além de contatos com os envolvidos no cumprimento da Resolução Conama n. 307/2002 (geradores, transportadores, receptores e fiscalizadores), a fim entender como o descarte final é realizado na região, também foi investigado como deve ser realizado o destino final do resíduo da madeira compensada, material amplamente empregado.

As ações para o cumprimento da legislação quanto à disposição final se mostraram inadequadas e, por isso preocupantes, pois não há controle por parte dos envolvidos. As empresas construtoras desconhecem o destino que é dado ao material e os transportadores e receptores agem de forma incorreta, e se mostraram desamparados pelo poder público, que não aponta solução para o problema existente na região.

O Sindicato da Indústria da Construção está buscando se adequar à lei. A prefeitura, apesar de participativa, não está agindo de forma pró-ativa, e o órgão estadual se mostrou mais fiscalizador do que incentivador à boa prática de gestão de resíduos. Todos os entrevistados se dizem preocupados, no entanto, as ações isoladas que estão realizando podem não ser eficazes. Faltam ações conjuntas no sentido de encontrar uma solução viável e urgente, tendo em vista o diagnóstico realizado.

A pesquisa aponta que o descarte dos resíduos de chapas de compensado precisa ser destinado para aterro de produtos perigosos, tendo em vista ser um resíduo perigoso. Essa característica exige que os resíduos de madeira compensada sejam separados dos demais tipos de madeira na obra onde o resíduo é gerado.

Isso faz com que o custo de descarte seja maior do que o custo de descarte dos resíduos inertes, sendo oportuna uma avaliação do custo/benefício para substituição do material por outro para emprego em fôrmas estruturais.

O segundo ciclo deste estudo teve o objetivo simular o uso de um programa computacional para racionalizar e otimizar o uso da madeira e conseqüentemente contribuir na redução dos resíduos gerados. Identificou-se a possibilidade de uso de um programa de plano de corte utilizado por uma empresa do setor moveleiro, que demonstrou viabilidade de uso e resultados positivos.

O lançamento dos dados no programa se mostrou simples e rápido, sendo que o processo mais demorado foi para a obtenção dos dados (informação das dimensões e quantidades das peças), tendo em vista a falta de projeto detalhado de fôrmas das obras. A obtenção dos dados é fundamental com ou sem o uso do programa computacional, pois as informações quanto aos tamanhos das peças são necessárias para corte e fabricação das fôrmas. Neste contexto, a prática de projetos detalhados de fôrmas podem ser úteis, tendo em vista a facilidade de informações dos dados para lançamento do programa, pois eliminaria a elaboração da planilha de quantidades e dimensões necessárias com base na planta de fôrmas. O uso do programa se mostrou viável, com resultados positivos.

Além da vantagem ambiental, outros pontos positivos podem ser destacados a partir da racionalização de uso do material. A facilidade na disponibilidade da informação pode agilizar o serviço de corte da madeira, alcançando vantagens como: redução no consumo de energia elétrica pela serra circular, aumento de produtividade e maior segurança no trabalho. Além desses, a previsão de compra da madeira para fôrma pode ser facilitada, pois o plano de corte informa com exatidão a quantidade de chapas de compensado necessárias, podendo melhorar as negociações com fornecedores e evitar compras emergenciais, ou até mesmo paralisação de mão-de-obra por falta de planejamento de materiais suficientes. Além desses, a redução de custo, decorrente de todos os aspectos acima expostos é outro fator de vantagem à utilização de plano de corte.

A utilização de programa de plano de corte não se limita à fabricação de fôrmas de elementos de concreto armado repetidos, tendo em vista os exemplos apresentados no trabalho. Porém, sabe-se que a repetição nas fôrmas possibilita maiores ganhos, tendo em vista os princípios de produção em escala.

Como limitação do programa pode ser citada a falta de identificação das peças aos elementos estruturais. Essa adaptação deve ser realizada para facilitar a montagem das fôrmas, evitando dispersão da mão-de-obra na procura das peças com os tamanhos corretos de cada elemento estrutural. Outra limitação é a necessidade de definição do sistema de cimbramento antes da geração do plano de corte, pois os tamanhos dos cortes alteram de acordo com o cimbramento utilizado.

## **SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

A partir de questionamentos e interesses no aprofundamento deste trabalho e que não foram abordados no escopo deste estudo, são sugeridas as seguintes questões para trabalhos futuros:

- Testar o uso de outros programas computacionais, pesquisar no mercado softwares existentes e quais são os aspectos positivos e negativos de cada um;
- Utilização dos dados levantados sobre gerenciamento de resíduos de madeira utilizada na confecção de fôrmas de estrutura de concreto armado a fim de elaborar um plano de gestão de resíduos.
- Investigar práticas atuais adotadas pelas construtoras brasileiras quanto ao destino final dos resíduos de chapas de compensado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, E.S.; ALVAREZ, C.E.. A questão da durabilidade das edificações unifamiliares em tora de eucalipto no Espírito Santo: proposta de melhorias no sistema construtivo a partir de detalhamento na fase de projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Recife. **Anais...** Recife: 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ARQUITETURA BIOECOLÓGICA - ANAB. O consumo e a construção civil. Disponível em: <<http://www.anabbrasil.org/arquitetura.asp>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, Artigo Técnico n. 7 - Adesivos, de agosto de 2003. Disponível em: <http://www.abimci.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2011.

\_\_\_\_\_  
ABIMCI, Artigo Técnico n. 15 – Produtos de madeira, de fevereiro de 2004. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

\_\_\_\_\_  
ABIMCI, Artigo Técnico n. 23 – Glossário, de agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_  
**NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_  
**NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

BARROS, M.M.S.B; MELHADO, S.B. **Recomendações para a Produção de Estruturas de Concreto Armado em Edifícios**. Apostila do curso de Tecnologia de Construção de Edifícios I. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

BERNARDES, Alexandre, et al. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo**. Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BLUMENSCHNEIN, R.N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras** (Dossiê Técnico). Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

BRASIL. **Lei n. 10.406 de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Brasília, DF, 10 de janeiro de 2002. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm)>. Acesso em 01 ago. 2011.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br>>. Acesso em: 03 jan. 2010.

CAVALLARO, F.O. **Reciclagem de Resíduos Sólidos na Construção Civil: Responsabilidades e Atribuições na Disposição Pós-Canteiro, no Transporte e na Triagem**. São Paulo, 2007. Trabalho de conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2008.

CÉSAR, Fábio César; GUEDES, João Paulo L; CUNHA, Rita D.A. Aplicação de Design com Sustentabilidade na Produção de Móveis a partir de Madeira Reciclada. 2009, Recife. **Anais...** UFBA, 2009.

CÉSAR, Fábio; COSTA, Maria L.; CUNHA, Rita D.A. Identificação, Caracterização e Gestão de Resíduos de Madeira em Obras de Edificações em Salvador-BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Recife. **Anais ...**UFBA, 2009.

COELHO, E. Paulino. **Reciclagem de entulho**: uma opção de negócio potencialmente lucrativa e ambientalmente simpática. *Areia e Brita*, São Paulo, n. 5, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – *Resolução CONAMA 307 de 05 de julho de 2002*. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 30 set. 2009.

COSTA, Maria Lívia. **Identificação, caracterização e gestão dos resíduos de madeira produzidos em obras de edificações em Salvador**. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

EEA – European Environment Agency, RIEMER, Jan; KRISTOFFERSEN, Merete. **Information on Waste Management Practices, a Proposed Electronic Framework**. Report n. 24, July 1999.

FAJERSZTAJN, Hermes; LANDI, Francisco Romeu. Formas para concreto armado: aplicação para o caso do edifício. **Boletim Técnico**. Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 1992.

FARESIN, A.E.; MELO, E.F.R.Q. Diagnóstico dos resíduos da construção civil do município de Erechim, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Recife. **Anais...** UPF, 2009.

FERREIRA, Poffo Oswaldo (Coord). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

FIGUEIREDO, A.G. Análise de produtividade dos padrões de corte na Indústria de móveis. In: XXXVIII – SBPO – SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL. **Anais...**UNESP, 2005.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://www.firjan.org.br>. Acesso em 02 jul. 2011.

FRAGA, M.F. **Panorama da Geração de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte: Medidas de minimização com base em projeto e planejamento de**

**obras.** Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2006.

FERREIRA, Oswaldo Poffo. Madeira: uso sustentável na construção civil. São Paulo, Instituto de pesquisas tecnológicas: SVMA: Sinduscon SP, 2003.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GÓMEZ, A.T; MULLER, G.I. **Aplicação de p-Medianas ao Problema do Corte Guilhotinado Bi-Dimensional para Peças Regulares.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. PIPCA - Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada. São Leopoldo, 2007.

GONÇALVES, M. S. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de concreto oriundos da pré-fabricação como agregado graúdo para a produção de novos concretos.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER – INCA. Disponível em: <[http://WWW.inca.gov.br/conteúdo\\_view.asp?ID=795](http://WWW.inca.gov.br/conteúdo_view.asp?ID=795). Acesso em 15 jun. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico, 2008.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/condicaodevida/pnsb2008/PNSB2008.pdf>>. Acesso em 31 ago. 2010.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). Disponível em <<http://www.imazon.org.br>>. Acesso em 05 mar. de 2010.

INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL (INSS). **Quadro Estatístico.** Disponível em <http://www.mpas.gov.br>. Acesso em 10 jan. 2011.

INTERNATIONAL CONCIL FOR RESEACH AND INOVATION IN BULDING AND CONSTRUCTION (CIB). **Agenda 21 para construção sustentável. Tradução do Relatório CIB.** São Paulo: CIB-PCC-USP, 2000.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: FUPEF, 2005.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN Vahan. **Reciclagem de resíduos da construção. Seminário – Reciclagem de resíduos sólidos domiciliares.** São Paulo, 2000.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** Tese de livre docência (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), USP. São Paulo, 2000.

JOHN, Vanderley M. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. EM EXTENSÃO, Uberlândia, v. 6, 2007.

KARPINSKI, L. A. et al. **Gestão de resíduos da construção civil: uma abordagem prática no município de Passo Fundo-RS.** Estudos Tecnológicos, São Leopoldo, Vol. 4, n. 2, p. 69-87 mai/ago 2008.

LUCENA, L.F.L. et al. **Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil no município de Campo Grande.** Universidade Federal de Campo Grande, 2005.

MARANHÃO, G. M. **A Otimização do Projeto segundo a NBR 7190/97.** (Dissertação de mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

METHA, P.K. Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais. São Paulo:

Ibracon, 2008. 3ª. Edição.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Disponível em: <<http://mte.gov.br>>. Acesso em 03 nov. 2010.

MIRANDA, Leonardo F.R.; ÂNGULO, Sérgio C; CARELI, Elcio D., **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. SP e PE, 2008.

NAZAR, Nilton. **Fôrmas e Escoramentos para Edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema**. São Paulo: Pini, 2007. 1ª. Edição

NOLASCO, A.M.; ULIANA, L.R.; FORMIGONI, Y.B. Utilização de pallets de madeira na produção de esquadrias. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Recife. **Anais...ESALQ/USP**, 2009.

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA**. Goiânia, 2008. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file.pdf>>. Acesso em 31 ago. 2009.

ONU – Organização das Nações Unidas. Informe Brundtland. ONU, Nova York, 1987.

PICCHI, F.A. **Sistemas de Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

PICCOLI, Rossana. **Análise das alterações no processo de construção decorrentes do sistema de avaliação ambiental de edificações: ênfase nos processos de projeto e produção**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

PINTO, T.P e GONZÁLEZ, J.L.R. **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CREA São Paulo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.

PINTO, Tarcisio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PLESSIS, C. (Org). **Agenda 21 for sustainable Construction in developing Countries: a discussion document**. Rotterdam: CIB; CSIP, 2002.

PUCCI, Ricardo Basile. **Logística de resíduos da construção civil atendendo a Resolução CONAMA**. Tese (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

PULSELLI, R.M.; SIMONCINI, F.M.; PULSELLI, S.B. Emery analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building indices to evaluate housing sustainability. In: ENERGY AND BUILDINGG, 2007, Italia. **Anais...Department of Chemical and Biosystems Sciences, University of Siena**, 2007.

REVISTA DA MADEIRA. **Madeira:os desafios do suprimento** Disponível em : <<http://www.remade.com.br/br/opiniaio.php?num=483&title=>>>. Acesso em 13 out. 2010.

REVISTA DA MADEIRA. **Painéis de cimento-madeira: características e aplicações**. nº 71, ano 12, maio de 2003. Disponível em:

<<http://www.remade.com.br>>. Acesso em 10 mar. 2010.

SARDÁ, M. **Diagnóstico do entulho gerado na cidade de Blumenau: potencialidade de uso em obras públicas**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 2003.

SERVIÇO MUNICIPAL SANTO ANDRÉ. **Projeto de usina de reciclagem e recuperação de madeiras**. Santo André, SP, 2005.

VASCONCELLOS, F.A. Neto. Gestão de resíduos da construção civil. In: I SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. São Paulo, 2004. **Anais...**, 2004.

WEINSTOCK, G. Agenda 21 para a Construção Sustentável. Relatório CIB – Publicação 237, Novembro 2000.

WERLE, A.P. **Determinação de propriedades de concretos com agregados reciclados de concreto, com ênfase em carbonatação**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookmann, 2001. 2ed. 205p.

ZAMBRANO, L.M.A.; BASTOS, L.E.G; FERNDEZ, P. Procedimentos e instrumento para integração dos princípios do desenvolvimento sustentável ao projeto de arquitetura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Recife. **Anais...** 2009.

ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado na confecção de concreto**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

ZORDAN, S E. **Entulho da indústria da construção civil**. São Paulo, maio 2000. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc/usp/artigos1.htm>>. Acesso em 21 out. 2009.



# APÊNDICES

Tabela A1: Planilha de quantidades e dimensões – fôrmas Obra 1

0,042 ALT COMP								
Chapa compensada 1,10x2,20 resinada								
OBRA 1								
ESPECIFICAÇÕES					DIMENSÕES		LEGENDA	
Chapa compensada resinada					1,10x2,20		PE	Painel ext.
Alt. Comp.					0,042		PI	Painel int.
							FU	Fundo
FORMAS PARA ELEMENTOS ESTRUTURAIS								
PILARES		Formas aproveitadas nas Vigas e Lajes (Não Quantifica)						
VIGAS	MEDIDA				QUANT.	TIPO	RASCUNHOS	
	Compr.			Larg.				
V1	2,2	0,85	0,042	0,892	15	PE		
	0,334			0,892	1	PE		
	2,2	0,75	0,042	0,792	14	PI		
	2,02			0,792	1	PI		
	2,2			0,12	15	FU		
	0,334			0,12	1	PI		
V2/v3/V4/V5	2,2	0,75	0,042	0,792	8	PI/PE		
	0,41			0,792	8	PI/PE		
	2,2			0,19	4	FU		
	0,41			0,19	4	FU		
V6	2,2			0,792	2	PI/PE		
	1,24			0,792	2	PI/PE		
	2,2			0,19	1	FU		
	1,24			0,19	1	FU		
V7	2	0,25	0,042	0,292	1	PE		
	0,26			0,292	1	PE		
	2,165	0,25	0,042	0,292	5	PE		
	1,235	0,25	0,042	0,292	9	PE		
	2,065			0,292	1	PE		
	2,2			0,292	1	PE		
	1,735			0,292	1	PE		
	0,91			0,292	1	PI		
	0,64			0,292	1	PI		
	2,2			0,292	1	PI		
	2,2			0,292	1	PI		
	0,61			0,292	4	PI		
	2,2			0,292	4	PI		
	2,2			0,292	4	PI		
	0,64			0,292	1	PI		
	2,2			0,292	1	PI		
	2,2			0,292	1	PI		
	0,91			0,292	1	PI		
	0,91			0,82	1	FU		
	1,26			0,82	1	FU		
0,155			0,4	1	FU			
2,2			0,4	1	FU			
1,235			0,4	9	FU			
2,16			0,4	4	FU			
2,065			0,4	1	FU			

continua

	1,735			0,82	1	FU	
	2,2			0,82	1	FU	
V8/V9/V10/V11/V12	2,165	0,25	0,042	0,292	10	PI/PE	
	2,165			0,14	5	FU	
V13	2,2	0,05	0,042	0,092	13	PI	
	1,84			0,092	1	PI	
	0,91	0,25	0,042	0,292	2	PI/PE	
	0,64			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	0,61			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	0,51			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	0,61			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	0,3			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	0,4			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	2,2			0,092	1	PE	
	0,81	0,7	0,042	0,742	2	PI/PE	
	0,85	0,4	0,042	0,442	1	PI	
	1,04			0,442	1	PE	
	2,2			0,14	13	FU	
	1,84			0,14	1	FU	
	0,91			0,14	1	FU	
	0,81			0,19	1	FU	
	1,04			0,19	1	FU	
V14	1,15	0,25	0,042	0,292	2	PI/PE	
	0,45	0,05	0,042	0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	0,38			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	0,86	0,3	0,042	0,342	1	PI	
	2,2			0,342	1	pi	
	2,18			0,092	1	PI	
	2,01			0,092	1	PI	
	2,19			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	0,37			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	0,45			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	2,2			0,092	1	PI	
	0,81	0,4	0,042	0,442	2	PI/PE	

continuação

	0,963	0,4	0,042	0,442	1	PI	
	1,153	0,4	0,042	0,442	1	PE	
	2,2	0,05	0,042	0,092	13	PE	
	1,84			0,092	1	PE	
	0,91			0,14	1	FU	
	0,45			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	0,38			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	0,86			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	2,18			0,14	1	FU	
	2,01			0,14	1	FU	
	2,19			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	0,37			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	0,45			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	0,81			0,19	1	FU	
	1,153			0,14	1	FU	
v15 -executada pós etapa							
v18	1,96	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	1,96	0,5	0,042	0,542	1	PI	
	1,96			0,19	1	FU	
V19	0,86	0,5	0,042	0,542	1	PE	
	2,2	0,4	0,042	0,442	1	PI	
V20	2,195	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	0,86	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	1,96	0,5	0,042	0,542	1	PE	
	2,19	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	2,2	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	0,68	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	2,2	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	0,215			0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	1,02			0,292	1	PI	
	2,2			0,292	1	PI	
	2,005			0,292	1	PI	
	1,91	0,5	0,042	0,542	1	PI	
	2,2			0,542	1	PI	
	2,2			0,542	1	PI	
	1,175	0,25	0,042	0,292	1	PI	
	0,66			0,292	1	PI	
	2,2			0,292	1	PI	
	0,8			0,292	1	PI	

	2,18			0,292	1	PI	
	0,82			0,292	1	PI	
	1,35			0,292	1	PI	
	2,01			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	0,65			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	1,45			0,19	1	FU	
	0,95			0,52	1	FU	
	2,2			0,52	2	FU	
	2,2			0,52	2	FU	
	0,3			0,52	1	FU	
V21	0,425			0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	0,91			0,292	1	PE	
	1,9			0,292	1	PI	
	1,75			0,292	1	PI	
	2,09			0,82	1	FU	
	1,85			0,82	1	FU	
V22	1,73			0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	2,2			0,292	1	PE	
	0,645			0,292	1	PE	
	1,745			0,292	1	PI	
	1,02			0,292	1	PI	
	2,2			0,292	1	PI	
	1,48			0,292	1	PI	
	1,845			0,82	1	FU	
	0,68			0,52	1	FU	
	2,2			0,52	1	FU	
	2,2			0,52	1	FU	
V23/V24/V27	1,02	0,75	0,042	0,792	6	PI/PE	
	2,2	0,75	0,042	0,792	6	PI/PE	
	1,02			0,19	3	FU	
	2,2			0,19	3	FU	
V25	0,66			0,792	2	PI/PE	
	2,2			0,792	2	PI/PE	
	0,66			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
V26	2,15			0,792	2	PI/PE	
	2,2			0,19	1	FU	
	0,19			0,19	1	FU	
V28	1,745			0,792	1	PI	
	1,02			0,792	2	PI	
	2,2			0,792	2	PI	
	1,48			0,792	1	PI	
	1,865			0,792	1	PI	
	1,67	0,85	0,042	0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	

continuação

	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	1,745			0,12	1	fu	
	1,02			0,12	2	fu	
	2,2			0,12	2	fu	
	1,48			0,12	1	fu	
	2,005			0,12	1	fu	
v29	1,175	0,75	0,042	0,792	1	PI	
	0,66			0,792	1	PI	
	2,2			0,792	1	PI	
	0,8			0,792	1	PI	
	2,15			0,792	1	PI	
	0,82			0,792	1	PI	
	1,02			0,792	1	PI	
	2,2			0,792	1	PI	
	1,745			0,792	1	PI	
	1,12	0,85	0,042	0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	2,2			0,892	1	PE	
	1,315			0,12	1	FU	
	2,2			0,12	1	FU	
	0,66			0,12	1	FU	
	0,97			0,12	1	FU	
	2,2			0,12	1	FU	
	0,82			0,12	1	FU	
	1,02			0,12	1	FU	
	2,2			0,12	1	FU	
	1,745			0,12	1	FU	
V30	0,2	0,85	0,042	0,892	1	PE	
	2,2			0,892	7	PE	
	0,2	0,75	0,042	0,792	1	PI	
	2,2			0,792	7	PI	
	0,2			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	7	FU	
V31/V32	1,61	0,25	0,042	0,292	4	PI/PE	
	2,2			0,292	8	PI/PE	
	1,61			0,19	2	FU	
	2,2			0,19	4	FU	
V33	0,26			0,292	2	PI/PE	
	2,2			0,292	2	PI/PE	
	0,26			0,14	1	PE	
	2,2			0,14	1	PE	
V36	1,56	0,25	0,042	0,292	2	PI/PE	
	2,2			0,292	4	PI/PE	
	1,56			0,14	2	FU	
	2,2			0,14	4	FU	
	1,56	0,45	0,042	0,492	2	PI/PE	
	2,2			0,492	4	PI/PE	

continuação

	0,95	0,3	0,042	0,342	2	PI/PE	
	0,95			0,14	1	FU	
	0,36			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
V37	0,83	0,25	0,042	0,292	2	PI/PE	
	0,83			0,19	1	FU	
V38	1,61	0,25	0,042	0,292	1	PE	
	2,2	0,25	0,042	0,292	2	PE	
	1,32	0,4	0,042	0,442	1	PE	
	1,92	0,5	0,042	0,542	1	PE	
	2,2	0		0,542	1	PE	
	1,8			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	1,12			0,19	1	FU	
	0,19			0,19	1	FU	
V39	1,61	0,45	0,042	0,492	2	PI/PE	
	2,2			0,492	4	PI/PE	
	1,39			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	2	FU	
	0,6	0,3	0,042	0,342	2	PI/PE	
	0,6			0,14	1	fu	
v40	1,36	0,3		0,342	1	PE	
	1,36	0,4	0,042	0,442	1	PE	
	1,36			0,14	1	FU	
V41	1,32	0,4	0,042	0,442	1	PE	
	1,92	0,5	0,042	0,542	1	PE	
	2,2			0,542	1	PE	
	1,61			0,292	1	PI	
	2,2	0,25	0,042	0,292	2	PI	
	2,01			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	0,9			0,19	1	FU	
V42/V46/V50	1,61	0,45	0,042	0,492	6	PI/PE	
	2,2			0,492	12	PI/PE	
	1,39			0,14	1	FU	
	1,49			0,14	1	FU	
	1,75			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	6	FU	
	0,9			0,14	3	FU	
	0,6	0,3	0,042	0,342	6	PI/PE	
V43/V45	1,35	0,25	0,042	0,292	2	PE	
	2,2			0,292	4	PE	
	0,26			0,292	2	PE	
	1,78	0,5	0,042	0,542	2	PI	
	1,84			0,292	1	PI	
	2,2			0,292	1	PI	
	1,97			0,19	2	FU	
	1,58			0,14	2	FU	
	2,2			0,14	2	FU	
V44	1,48	0,55	0,042	0,592	1	PE	
	1,05	0,3	0,042	0,342	1	PI	
	1,17			0,14	1	FU	

continuação

V58/V56/V49/V57	1,03	0,25	0,042	0,292	8	PI/PE	
	0,5			0,19	4	FU	
V48	1,03			0,292	2	PI/PE	
	0,73			0,19	1	FU	
V47	1,61	0,25	0,042	0,292	2	PE/PI	
	2,2			0,292	2	PE/PI	
	1,4	0,14		0,14	1	FU	
	2,2			0,14	2	FU	
V50	1,56			0,292	2	PE/PI	
	2,2			0,292	4	PE/PI	
	1,56			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	2	FU	
	0,36			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
V52	2,2			0,19	1	FU	
V53/V54	1,61	0,25	0,042	0,292	4	PE	
	2,2			0,292	8	PE	
	1,61			0,19	2	FU	
	2,2			0,19	4	FU	
V55	0,73	0,75	0,042	0,792	2	PI	
	1,61			0,792	2	PI	
	2,2			0,792	4	PI	
	0,26			0,792	2	PI	
	2,2			0,792	2	PI	
	0,82	0,35	0,042	0,392	2	PI	
	2,1	0,85	0,042	0,892	2	PE	
	2,2			0,892	4	PE	
	0,15	0,5	0,042	0,542	1	PE	
	2,2			0,542	2	PE	
	0,25			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	7	FU	
V59/V60	1,47	0,5	0,042	0,542	2	PE	
	2,2	0,5		0,542	2	PE	
	1,4			0,4	2	PI	
	1,6			0,4	2	PI	
	1,47			0,19	2	FU	
	2,2			0,19	2	FU	
Compl pilares perím							
P1-P12	0,73			0,75	2		
	0,45			0,5	2		
P3AP11	0,73			0,75	18		
	0,28			0,75	9		
	0,4			0,75	18		
P15	0,82			0,75	1		
	0,73			0,75	1		
	0,34			0,75	1		
	0,62			0,75	1		
Fachada frontal	0,73			0,75	4		
	0,5			0,75	7		
	0,34			0,75	10		
	1,03			0,75	8		
	0,83			0,75	2		



conclusão

	1,36			0,75	2		
LAJES	MEDIDA			QUANT.	TIPO	RASCUNHOS	
	Compr.		Largura				
L1 a L4	0,41			0,35	4	FU	
	2,2			0,35	4	FU	
L5	1,24			0,25	1	FU	
	2,2			0,25	1	FU	
L6	2,2			0,73	1		
L7	2,165			0,73	1		
L8-L9-L10-L11	2,16			0,73	4		
L12	1,635			0,73	1		
	2,2			0,73	1		
L13AL21	1,235			0,62	9		
L22	2,065			0,62	1		
L23/L30/L37/L45	1,61			0,91	4		
	2,2			0,91	8		
L31	0,36			1,15	1		
	2,2			1,1	1		
L56/L58	1,745			0,73	2		
L47	1,02			0,5	1		
	2,2			0,5	1		
L59/L63/L60	1,02			0,34	3		
	2,2			0,34	3		
L52	1,48			1,03	1		
	1,02			0,83	1		
	2,2			0,83	1		
L53	2,005			1,36	1		
L54	1,175			1,03	1		
L49	0,66			0,5	1		
	2,2			0,5	1		
L61	0,66			0,34	1		
	2,2			0,34	1		
L55	0,8			1,03	1		
L50	2,2			0,5	1		
	0,145			0,5	1		
L62	2,2			0,34	1		
	0,145			0,34	1		
L57	0,82			1,03	1		
L51	1,35			0,5	1		
	1,87			0,2	1		
L35	0,26			1,15	1		
	2,2			1,15	1		
L64/L65/L66 (triang)							ÁREA TOTAL

**Tabela A2: Planilha de quantidades e dimensões – fôrmas Obra 2**

OBRA -2							
ESPECIFICAÇÕES		DIMENSOES			LEGENDA		
Chapa compensada resinada		1,10x2,20			PE PAINEL externo		
Espessura comp.		0,042			PI PAINEL interno		
Alt. PD		3,25			FU FUNDO		
PI comp.		0,22					
Fo Pi		2,6					
FORMAS PARA ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
PILARES	MEDIDA				QUANT.	TIPO PE-PI-FU	RASCUNHOS
	Compr.			Largura			
P34/P40	0,4	0,3		0,3	4		
	2,2			0,3	4		
	0,4	0,3	0,22	0,52	4		
	2,2			0,52	4		
P35/P36/P37/P38/P39	0,65	0,25		0,25	10		
	2,2	0,25		0,25	10		
	0,65	0,45	0,22	0,67	10		
	2,2	0,45	0,22	0,67	10		
P3	0,4	0,2		0,2	2		
	2,2	0,2		0,2	2		
	0,4	0,6	0,22	0,82	2		
	2,2	0,6	0,22	0,82	2		
P4/P5/P6	0,4	0,2		0,2	6		
	2,2	0,2		0,2	6		
	0,4	0,6	0,22	0,82	6		
	2,2	0,6	0,22	0,82	6		
P9	0,55	0,2		0,2	2		
	2,2	0,2		0,2	2		
	0,55	0,6	0,22	0,82	2		
	2,2	0,6	0,22	0,82	2		
P42/P44/P46	0,4	0,25		0,25	6		
	2,2	0,25		0,25	6		
	0,4	0,3	0,22	0,52	6		
	2,2	0,3	0,22	0,52	6		
P7/P8	0,4	0,2		0,2	4		
	2,2	0,2		0,2	4		
	0,4	0,6	0,22	0,82	4		
	2,2	0,6	0,22	0,82	4		
P10	0,4	0,22		0,22	2		
	2,2	0,22		0,22	2		
	0,4	1,1	0,22	1,32	2		
	0,4	1,1	0,22	1,32	2		
P13	0,4	0,22		0,22	2		
	2,2	0,22		0,22	2		
	0,4	0,9	0,22	1,12	2		
	2,2	0,9	0,22	1,1	2		

continua

continuação

P13	0,55	0,22		0,22	2		
	2,2	0,22		0,22	2		
	0,55	0,9	0,22	1,1	2		
	2,2	0,9	0,22	1,1	2		
P15	0,4	0,22		0,22	2		
	2,2	0,22		0,22	2		
	0,4	0,9	0,22	1,1	2		
	2,2	0,9	0,22	1,1	2		
P16	2,2	0,22		0,22	2		
	2,2	0,9	0,22	1,1	2		
P17	0,55	0,22		0,22	2		
	2,2	0,22		0,22	2		
	0,55	0,9	0,22	1,1	2		
	2,2	0,9	0,22	1,1	2		
p18?							
P19?							
P20	2,2	0,35		0,35	2		
	2,2	0,6	0,22	0,82	2		
P21	0,25	0,35		0,35	2		
	2,2	0,35		0,35	2		
	0,25	0,9	0,22	1,1	2		
	2,2	0,9	0,22	1,1	2		
P23A	0	0,2		0,2	2		
	2,2	0,2		0,2	2		
	0	0,6	0,22	0,82	2		
	2,2	0,6	0,22	0,82	2		
P23B	2,2	0,2		0,2	2		
	2,2	0,6	0,22	0,82	2		
P22	0,25	0,2		0,2	2		
	2,2	0,2		0,2	2		
	0,25	0,6	0,22	0,82	2		
	2,2	0,6		0,82	2		
P24	0,3	0,2		0,2	2		
	2,2	0,2		0,2	2		
	0,3	0,6	0,22	0,82	2		
	2,2	0,6		0,82	2		
P25	0,3	0,22		0,22	2		
	2,2	0,22		0,22	2		
	0,3	0,9	0,22	1,1	2		
	2,2			1,1	2		
P26	0,15	0,25		0,25	2		
	2,2	0,25		0,25	2		
	0,15	0,6	0,22	0,82	2		
	2,2			0,82	2		
P55	0,3	0,2		0,2	2		
	2,2	0,2		0,2	2		
	0,3	0,45	0,22	0,67	2		
	2,2			0,67	2		
P50/P51	0,68	0,4		0,4	4		
	2,2	0,4		0,4	4		
	0,68	0,4		0,62	4		
	2,2	0,4	0,22	0,62	4		

P52/P53	0,68	0,25		0,25	4		
	2,2	0,25		0,25	4		
	0,68	0,45		0,67	4		
	2,2	0,45	0,22	0,67	4		
P54	0,68	0,25		0,25			
	2,2	0,25		0,25			
	0,68	0,3		0,52			
	2,2	0,3	0,22	0,52			
VIGAS	MEDIDA				QUANT.	TIPO	RASCUNHOS
	Compr.			Largura			
V201 parcial	0,242	0,4	0	0,4	1	PE	
	2,2			0,4	2	PE	
	2,2	0,28	0	0,28	2	PI	
	1	0,25		0,25	1	FU	
	2,2	0,25		0,25	1	FU	
	1,025	0,2		0,2	1	FU	
	2,2	0,2		0,2	1	FU	
v266	2,169	0,5	0	0,5	1	PE	
	2,2	0,5	0	0,5	9	PE	
	0,55	0,5	0	0,5	2	PI	
	2,2			0,5	2	PI	
	0,4			0,5	1	PI	
	2,2			0,5	2	PI	
	1,025			0,5	1	PI	
	2,2			0,5	1	PI	
	1			0,5	1	PI	
	2,2			0,5	1	PI	
	1,595			0,5	1	PI	
	2,2			0,5	1	PI	
	0,55			0,19	2	FU	
	2,2			0,19	2	FU	
	0,4			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	1,025			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	1			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	1,595			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
v202	0,55	0,4	0	0,4	2	PE	
	2,2			0,4	2	PE	
	0,4			0,4	1	PE	
	2,2			0,4	2	PE	
	1,025			0,4	1	PE	
	2,2			0,4	1	PE	
	1			0,4	1	PE	
	2,2			0,4	1	PE	
	0,55	0,25		0,25	2	PI	
	2,2			0,25	2	PI	
	0,4			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	1	PI	
	1,025			0,25	1	PI	

continuação

	2,2			0,25	1	PI	
	1			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	1	PI	
	0,55			0,14	2	FU	
	2,2			0,14	2	FU	
	0,4			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	1,025			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
	1			0,14	1	FU	
	2,2			0,14	1	FU	
v204	1	0,28	0	0,28	1	PE	
	2,2			0,28	1	PE	
	0,925	0,29	0	0,29	1	PI	
	2,2			0,29	1	PI	
	0,925	0,2		0,2	1	FU	
	2,2	0,2		0,2	1	FU	
v205	1,927	0,25		0,25	1	PE	
	2,2	0,25		0,25	2	PE	
	1,16	0,31	0	0,31	1	PI	
	1,55	0,31	0	0,31	1	PI	
	0,86	0,4	0	0,4	1	PI	
	2,2			0,4	1	PI	
	1,3			0,19	1	FU	
	1,15			0,19	1	FU	
	0,45			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
v206	1			0,25	1	PE	
	2,2			0,25	1	PE	
	1	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,2	0,31	0	0,31	1	PI	
	1			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v207	1,4	0,38	0	0,38	2	PI/PE	
	2,2			0,38	2	PI/PE	
	1,4			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v208	1,025			0,25	1	PE	
	2,2			0,25	1	PE	
	1,025	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,2			0,31	1	PI	
	1,025			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	1,45			0,25	1	PE	
	1,16	0,31	0	0,31	1	PE	
	0,55	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,2			0,31	1	PI	
	0,55			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v209	0,55			0,25	1	PE	
	2,2			0,25	1	PE	
	0,55	0,31	0	0,31	1	PI	

	2,2			0,31	1	PI	
	0,55			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	1,025			0,25	1	PE	
	2,2			0,25	1	PE	
	1,025	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,2			0,31	1	PI	
	1,025			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v210	1,55	0,31	0	0,31	1	PE	
	0,86	0,4	0	0,4	1	PE	
	2,2			0,4	1	PE	
	0,665	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,2			0,31	1	PI	
	1,775	0,4	0	0,4	1	PI	
	0,665			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
	1,315			0,19	1	FU	
v211 parcial	1,2	0,6	0	0,6	1	PE	
	0,9	0,51	0	0,51	1	PI	
	1,2			0,45	1	FU	
V212	0,96	0,39	0	0,39	1	PE	
	2,2			0,39	1	PE	
	0,96	0,41	0	0,41	1	PI	
	2,2			0,41	1	PI	
	0,96			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,965	0,71	0	0,71	1	PE	
	2,2			0,71	1	PI	
	0,54	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	0,65	0,71	0	0,71	1	PI	
	2,2			0,71	1	PI	
	0,54			0,71	1	PI	
	1,265			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,54			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V215	0,665	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,775	0,5	0	0,5	1	PE	
	0,38	0,41		0,41	1	PI	
	2,2			0,41	2	PI	
	0,38			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	2	FU	
V213	0,52	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,025	0,41		0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,525	0,39	0	0,39	1	PI	
	2,2			0,39	1	PI	
	0,255	0,41	0	0,41	1	PI	

continuação

	2,2			0,41	1	PI	
	0,52			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	1,005			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V213A	1,005	0,81	0	0,81	1	PE	
	2,2			0,81	1	PE	
	0,3	0,79	0	0,79	1	PI	
	2,2			0,79	1	PI	
	0,3			0,3	1	FU	
	2,2			0,3	1	FU	
V214	1,2	0,28	0	0,28	2	PI/PE	
	2,2			0,28	2	PI/PE	
	1,2			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V217	0,32	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	0,48			0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	0,32	0,39	0	0,39	1	PI	
	2,2			0,39	1	PI	
	0,48			0,39	1	PI	
	2,2			0,39	1	PI	
	0,8			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
	0,65	0,66	0	0,66	1	PE	
	0,85	0,64	0	0,64	1	PI	
V218	2	0,41	0	0,41	1	PE	
	0,54	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	0,825			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	2	PI	
	0,825	0,14	0	0,14	1	PI	
	2,2	0,14	0	0,14	2	PI	
	1,125			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
V219	0,4	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,525	0,31	0	0,31	1	PI	
	0,88	0,41	0	0,41	1	PI	
	2,2			0,41	1	PI	
	0,6			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v221	0,32	0,44	0	0,44	1	PE	
	2,2			0,44	1	PE	
	0,48			0,44	1	PE	
	2,2			0,44	1	PE	
	0,775	0,43	0	0,43	1	PI	
	2,2			0,43	2	PI	
	0,775			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
	0,322	0,44	0	0,44	1	PE	

	2,2			0,44	1	PE	
	0,3			0,44	1	PE	
	2,2			0,44	1	PE	
	1,025	0,43	0	0,43	1	PI	
	2,2			0,43	2	PI	
	0,322			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,3			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v222	1,525	0,61	0	0,61	1	PE	
	1,4			0,71	1	PE	
	1,5	0,43	0	0,43	1	PI	
	1,4	0,53	0	0,53	1	PI	
	0,5			0,6	1	FU	
	2,2			0,6	1	FU	
v223	1,7	0,41	0	0,41	1	PE	
	0,9	0,39	0	0,39	1	PE	
	0,39	0,39	0	0,39	1	PE	
	2,2			0,39	1	PE	
	0,24			0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	0,3			0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	0,6			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	1	PI	
	0,6	0,13	0	0,13	1	PI	
	2,2			0,13	1	PI	
	0,39			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	1	PI	
	0,39			0,13	1	PI	
	2,2			0,13	1	PI	
	0,915			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	2	PI	
	0,915			0,13	1	PI	
	2,2			0,13	2	PI	
	0,6			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,39			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,915			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
v224	1,2	0,38	0	0,38	2	PE/PI	
	2,2			0,38	2	PE/PI	
	1,2			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v226	0,495			0,55	1	PI	inclusive V227
	2,2			0,55	13	PI	
	1,325	1,05	0	1,05	1	PE	
	2,2			1,05	3	PE	
	1,325			0,15	1	FU	
	2,2			0,15	3	FU	
v227	1,3	0,67	0	0,67	1	PE	



	2,2			0,67	1	PE	
	0,14			0,67	1	PE	
	2,2			0,67	1	PE	
	0,275			0,15	1	FU	
	2,2			0,15	1	FU	
	1,225			0,15	1	FU	
	2,2			0,15	2	FU	
	0,75			0,15	1	FU	
	2,2			0,15	2	FU	
	0,14	0,95	0	0,95	1	PE	
	2,2			0,95	3	PE	
	1,3			0,15	1	FU	
	2,2			0,15	2	FU	
	0,49			0,15	1	FU	
v231	1,73			0,887	1	PE	
	2,2	0,87	0,017	0,887	1	PE	
	1,73	0,75		0,75	1	PI	
	2,2			0,75	1	PI	
v232	0,38	0,5	0	0,5	1	PE	
	2,2			0,5	1	PE	
	0,2	0,5	0	0,5	1	PE	
	0,83	0,39	0	0,39	1	PI	
	2,2			0,39	1	PI	
	0,83			0,3	1	FU	
	2,2			0,3	1	FU	
	2,17	0,5	0	0,5	2	PE/PI	
	2,17			0,3	1	FU	
v234	1,375			0,35	2	PE/PI	
	2,2	0,35	0	0,35	2	PE/PI	
	1,375			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v235	0,665	0,25	0	0,25	1	PE	
	2,2			0,25	1	PE	
	0,48			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	1	PI	
	0,48			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v237	2,2			0,25	3	PE	
	0,95	0,31	0	0,31	1	PE	
	2,2			0,31	1	PE	
	2,17	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,2	0,56	0,4	0,56	1	PI	
	0,73	0,56	0	0,56	1	PI	
	1,1	0,28	0	0,28	1	PI	
	0,23			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,5			0,2	1	fu	
v238	0,505	0,28	0	0,28	2	PE/PI	
	2,2			0,28	2	PE/PI	
	0,505			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	1,475	0,28	0	0,28	2	PE/PI	

continuação

	2,2			0,28	2	PE/PI	
	1,475			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V239	1,73	0,38	0	0,38	2	PE/PI	
	2,2			0,38	2	PE/PI	
	1,73			0,3	1	FU	
	2,2			0,3	1	FU	
	1,23	0,44	0	0,44	2	PE/PI	
	2,2			0,44	2	PE/PI	
	1,4			0,3	1	FU	
	2,2			0,3	2	FU	
	2,17	0,71	0	0,71	2	PE/PI	
V241/V242	2,17	0,31	0	0,31	2	PI/PE	
	0,73	0,31	0	0,31	2	PI/PE	
	2,2			0,31	2	PI/PE	
	1,65	0,38	0	0,38	1	PE	
	2,2			0,38	1	PE	
	1,76			0,38	1	PI	
	2,01	0,5	0	0,5	1	PI	
	2,17			0,2	1	FU	
	1,83			0,2	1	FU	
	1,65			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v243	1,167	0,31	0	0,31	1	PE	
	0,95			0,31	1	PE	
	0,95			0,14	1	FU	
v246	1,23	0,29	0	0,29	1	PE	
	2,2			0,29	1	PE	
	2,17	0,46	0	0,46	1	PE	
	0,73			0,46	1	PE	
	2,2			0,46	1	PE	
	0,95	0,56	0	0,56	1	PE	
	0,83	0,46	0	0,46	1	PI	
	2,2			0,46	1	PI	
	1,75	0,56	0	0,56	1	PI	
	1,88			0,56	1	PI	
	0,22	0,56	0	0,56	1	PI	
	2,2			0,56	1	PI	
	1,23			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,29			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,21			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V247	0,64	0,31	0	0,31	2	PE/PI	
	0,64			0,2	1	FU	
	2,01	0,4	0	0,4	2	PE/PI	
	1,75			0,2	1	FU	
V248	0,83	0,31	0	0,31	1	PE	
	2,2			0,31	1	PE	
	0,83	0,41	0	0,41	1	PI	
	2,2			0,41	1	PI	

	0,83			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V249	0,22	0,33	0	0,33	1	PE	
	2,2			0,33	1	PE	
	0,22	0,42	0	0,42	1	PI	
	2,2			0,42	1	PI	
	0,22			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v250	1,88	0,41	0	0,41	1	PE	
	1,88	0,5	0	0,5	1	PI	
	1,88			0,14	1	FU	
V251	0,83	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,75	0,41		0,41	1	PE	
	1,88	0,5	0	0,5	1	PE	
	0,22			0,5	1	PE	
	2,2			0,5	1	PE	
	1,45	0,39	0	0,39	1	PI	
	2,2			0,39	2	PI	
	0,75	0,41	0	0,41	1	PI	
	2,2			0,41	1	PI	
	1,15			0,41	1	PI	
	0,98			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	2	FU	
	1,57			0,19	1	FU	
	2,2			0,19	1	FU	
V252	0,64	0,31	0	0,31	1	PE	
	2,01	0,4	0	0,4	1	PE	
	0,64	0,31	0	0,31	1	PI	
	2,01			0,4	1	PI	
	0,64			0,2	1	FU	
	1,91			0,2	1	FU	
V253/v256/v261	1,73			0,28	6	PI/PE	
	2,2	0,28	0	0,28	6	PI/PE	
	1,43			0,2	2	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
	1,68			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v254	0,73	0,31	0	0,31	2	PI/PE	
	2,2			0,31	2	PI/PE	
	1,83			0,2	1	FU	
v255	1,75			0,31	2	PI/PE	
	2,01	0,4	0	0,4	2	PI/PE	
	1,45			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v257	1,45	0,39	0	0,39	2	PI/PE	
	2,2			0,39	4	PI/PE	
	1			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
V259/V260	0,73	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,125			0,41	1	PE	

continuação

	0,8	0,31	0	0,31	1	PE	
	2,01	0,4	0	0,4	2	PE	
	1,6			0,41	1	PI	
	2,2	0,41	0	0,41	1	PI	
	0,64	0,31	0	0,31	1	PI	
	0,75			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
	0,33			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v258	1,4	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	2	PE	
	1,55			0,41	1	PE	
	2,2			0,41	2	PE	
	1,15			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	2	FU	
v262	1,55	0,54	0	0,54	1	PE	
	2,2			0,54	2	PE	
	1,05	0,28	0	0,28	1	PI	
	2,2			0,28	2	PI	
	0,4			0,28	1	PI	
	1,55			0,6	1	FU	
	2,2			0,6	2	FU	
	1,05			0,25	1	PI	
	2,2			0,25	2	PI	
v263	1,6	0,41	0	0,41	1	PE	
	2,2			0,41	1	PE	
	1,65	0,13	0	0,13	1	PI	
	2,2			0,13	1	PI	
	1,05			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
v264	0,64	0,31	0	0,31	1	PE	
	2,01	0,4	0	0,4	1	PE	
	0,8	0,28	0	0,28	1	PI	
	2,2			0,28	1	PI	
	0,3			0,2	1	FU	
	2,2			0,2	1	FU	
V265	1,79			0,38	1	PI	
	2,2			0,38	7	PI	
	2,13	0,5	0	0,5	1	PE	
	2,2			0,5	7	PE	
LAJES	MEDIDA			QUANT.	TIPO	RASCUNHOS	
	Compr.		Largura				
L7	2,2			1,1	2		
	2,2			1	1		
	2,2			0,505	1		
	0,505			1	1		
L4	2,2			1,1	2		
	2,2			1,025	1		
	1,6			1,1			
L9	1,3			0,64	1		
	1,45			0,88	2		
L17	2,2			1,1	2		

	2,2			1	1		
	1,85			1,1	2		
	1,85			1	1		
L18	2,2			1,1	1		
	1,025			2,2	1		
	2,2			1,83	1		
	1,025			0,73	1		
L10	2,2			0,64	2		
	0,4			0,64	1		
L11	2,2	REESC		0,2	1		
	0,55	REESC		0,2	1		
	0,775			2,2	2		
	0,775			0,55	2		
L12	2,2	REESC		0,2	1		
	1,025			0,2	1		
	2,2			0,775	2		
	1,025			0,775	2		
L13	2,2			0,64	1		
	1			0,64	1		
L8	2,2			1,1	3		
	0,98			2,2	1		
	2,2			0,7	1		
	1,7			0,98	1		
L22	2,2			0,2	2		
	1,65			0,2	2		
	1,825			1,1	4		
	1,825			0,7	1		
L21	2,2			0,2	2		
	1,6			0,2	1		
	1			0,2	1		
	1,8			1,1	4		
	1,8			0,4	4		
L24	2,2			0,2	1		
	1,025			0,2	1		
	0,93			0,2	1		
	2,2			0,2	1		
	1,5125			1,1	4		
	1,15125			0,365	4		
L23	2,2			0,2	1		
	0,93			0,2	1		
	2,2			0,2	1		
	0,55			0,2	1		
	1,275			1,1	4		
	1,275			0,365	4		
L20	2,2			0,2	1		
	0,2			0,2	1		
	2,2			0,675	2		
	0,2			0,675	2		
L25	2,2			0,2	1		
	0,665			0,2	1		
	2,2			0,84	2		
	0,665			0,84	2		

L34	2,2			0,2	4		
	1,5			0,2	2		
	1			0,2	1		
	1,75			1,1	6		
	1,75			0,57	6		
L33	2,2			0,3	2		
	1,55			0,3	1		
	1,1			0,2	4		
	1,69			1,1	6		
L32	2,2			0,25	2		
	1,4			0,25	1		
	1,1			0,2	4		
	1,8			1,1	6		
L31	2,2			0,2	2		
	1,4			0,2	1		
	1,77			0,2	4		
	1,8			1,1	6		
	1,8			0,67	6		
L30	1,75			0,2	2		
	1,75			1,1	3		
	1,75			0,36	3		
L29	2,17			0,54	1		
	1,1			0,2	2		
	1,1			0,98	4		
l28	2,17			0,2	1		
	2,17			1,025	2		
l27a	2,17			0,65	1		
L27	2,17			0,525	2		
	2,17			1,1	3		
L36	2,2			0,2	2		
	0,8			0,2	1		
	1,615			0,2	4		
	1,615			1,1	6		
	1,615			0,5	6		
L37	2,2			0,2	2		
	0,8			0,2	1		
	1,615			0,2	4		
	1,615			1,1	6		
	1,615			0,508	6		
L38	1,525			0,2	1		
	1,525			1,1	2		
	1,525			0,325	2		
L39	2,2			0,2	1		
	1,25			0,2	1		
	1,4425			1,1	4		
	1,4425			0,83	2		
	1,65			0,42	1		
L42	2,2			1,1	6		
	2,2			1,05	1		
	1,88			1,05	1		
	2,2			0,78	2		
	1,94			1,1	6		

	1,94			0,58	6		
L43	2,2			0,2	2		
	1,05			0,2	1		
	1,94			0,2	4		
	1,94			1,1	6		
	1,94			0,58	6		
L44	2,2			0,2	2		
	1,05			0,2	1		
	1,94			0,2	4		
	1,94			1,1	6		
	1,94			0,65	6		
L45	2,2			0,39	1		
	1,88			0,39	1		
	2,2			1,1	2		
	1,88			1,1	2		
L46	2,2			0,2	4		
	1,88			0,2	2		
	1,65			0,2	3		
	1,94			1,1	6		
	1,94			0,55	6		
L47	2,2			0,2	1		
	1,88			0,2	1		
	1,75			0,2	2		
	1,94			1,1	4		
	1,94			0,65	4		
L19	2,2			0,2	1		
	0,55			0,2	1		
	1,365			1,1	4		
	1,365			0,55	2		