

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

GÉSSICA BARBOSA BAMPI

**PERDAS DE MADEIRA NA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE FÔRMAS PARA
CONCRETO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

GÉSSICA BARBOSA BAMPI

**PERDAS DE MADEIRA NA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE FÔRMAS PARA
CONCRETO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Curso de Engenharia Civil,
da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, *Câmpus* Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi

PATO BRANCO

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

PERDAS DE MADEIRA NA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE FÔRMAS PARA CONCRETO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

GÉSSICA BARBOSA BAMPI

No dia 22 de novembro de 2018, às 14h45min, na sala Q002 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após guarnição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº 56 – TCC/2018.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Dr. José Ilo Pereira Filho (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Esp. Sérgio Tarcisio Rambo (DACOC / UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã pelo amor, incentivo e apoio incondicional...

Ao meu orientador Prof. Dr. Volmir Sabbi, pelas conversas, conhecimento transmitido e todas as considerações feitas...

Aos amigos que tornaram essa caminhada mais agradável e divertida, e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação...

Muito obrigada!

RESUMO

BAMPI, Géssica Barbosa. **Perdas de madeira na execução do sistema de fôrmas para concreto em obras de construção civil**. 2018. 61 pg. Trabalho de Conclusão De Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Pato Branco, 2018.

Por ser um material altamente versátil e de baixo custo comparado com outros insumos, a madeira é amplamente utilizada no setor da construção civil para variadas funções. No Brasil, no entanto, existem poucos estudos relacionando as perdas de madeira dentro dos canteiros de obras. O presente trabalho consiste na análise das perdas de madeiras na produção e uso do sistema de fôrmas para concreto, visando ampliar os conhecimentos sobre perdas de material na construção civil e buscando métodos para aumentar o desempenho do processo. Para tanto, foram analisadas três obras na cidade de São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, Brasil. É apresentada primeiramente uma revisão sobre perdas na construção civil e sobre o processo de produção das fôrmas. Em seguida, são calculados os percentuais de perdas em cada obra, baseada na diferenciação das quantidades de madeira definidas em projeto e orçamento, daquelas efetivamente empregadas no desenvolvimento das obras, conferidas através das notas de compra dos empreendimentos. Obteve-se, ao fim do estudo, um percentual de acréscimo médio de 11,82% no custo dos insumos de madeira devido às perdas na produção de fôrmas. Os insumos que apresentaram os maiores índices de perda foram as tábuas e as chapas de compensado. Os grandes responsáveis pelas perdas de madeira nas obras analisadas foram o elevado número de aproveitamento considerado para os insumos, e a falta de organização e separação dos mesmos dentro do canteiro de obras.

Palavras-chave: Fôrmas. Madeira. Perdas.

ABSTRACT

BAMPI, G ssica Barbosa. **Loss of timber in the execution of the system of formwork for concrete in civil works.** 2018. 61 pg. Civil Engineering Course Completion Work – Academic Construction Department, Federal Technological University of Parana – UTFPR, Pato Branco.

Because it is a highly versatile and inexpensive material compared to other inputs, timber is widely used in the construction industry for a variety of functions. In Brazil, however, there are few studies relating the losses of timber within the building sites. The present work consists of the analysis of the losses of timber in the production and use of the system of concrete forms, aiming to increase the knowledge about losses of material in the civil construction and searching for methods to enhance the process performance. For that, three civil works were analyzed in the city of São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, Brazil. A review is first presented on losses in civil construction and on the production process of the forms. Next, the percentages of losses in each civil work, based on the differentiation of the quantities of timber defined in project and cost estimating, are calculated from those actually used in the development of the works, checked through the purchase notes of the projects. At the end of the study, an average increase of 11.82% in the cost of timber inputs was obtained due to the losses in the production of formwork. The inputs that presented the highest loss rates were the boards and plywood sheets. The main responsible for the loss of timber in the analyzed works were the high number of use considered for the inputs, and the lack of organization and separation of the same ones in the construction site.

Keywords: Forms.Timber. Losses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ocorrência de perdas na construção civil	16
Figura 2 - Subsistema de fôrma para laje.....	21
Figura 3 - Subsistema de fôrma para pilar	22
Figura 4 - Subsistema de fôrma para viga	22
Figura 5 - Madeira serrada.....	24
Figura 6 - Madeira roliça	25
Figura 7 - Seção de uma peça de madeira compensada, destacando-se as camadas de madeira	26
Figura 8 - Chapa de madeira plastificada.....	27
Figura 9 - Chapa de madeira resinada.....	27
Figura 10 - Chapa de madeira naval	27
Figura 11 - Fachada Obra A.....	31
Figura 12 - Fachada Obra B.....	32
Figura 13 - Fachada Obra C.....	33
Figura 14 - Fluxograma do processo de produção de fôrmas de madeira para concreto	34
Figura 15 - Estoque de Madeira	42
Figura 16 - Canteiro de Obras - Obra A.....	43
Figura 17 - Madeira após desforma	44
Figura 18 - Entulho de madeira.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Uso de madeira amazônica no estado de São Paulo, 2001.....	19
Tabela 2 - Tempos mínimos de cura convencional da desforma.....	29
Tabela 3 - QMT, QMR, perda bruta e % de perda por insumo de madeira - Obra A.....	39
Tabela 4 - Valores em reais de madeira - Obra A	39
Tabela 5 - QMT, QMR, perda bruta e % de perda por insumo de madeira - Obra B.....	40
Tabela 6 - Valores em reais de madeira - Obra B	40
Tabela 7 - QMT, QMR, perda bruta e % de perda por insumo de madeira - Obra C.....	41
Tabela 8 - Valores em reais de madeira - Obra C	41
Tabela 9 - Orçamento detalhado de madeira para fôrmas - Obra A.....	54
Tabela 10 - Valores detalhados em reais de QMT e QMR – Obra A	55
Tabela 11 – Resumo notas de compra de madeira - Obra A	55
Tabela 12 - Orçamento detalhado de madeira para fôrmas - Obra B.....	57
Tabela 13 - Valores detalhados em reais de QMT e QMR – Obra B	58
Tabela 14 - Resumo notas de compra de madeira - Obra B	58
Tabela 15 - Orçamento detalhado de madeira para fôrmas - Obra C.....	59
Tabela 16 - Valores detalhados em reais de QMT e QMR – Obra C	60
Tabela 17 – Resumo notas de compra de madeira - Obra C	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de acréscimo no custo de madeira.....	46
Gráfico 2 - Custo em R\$ de madeira para fôrma por metro quadrado de obra..	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferentes fases de um empreendimento e a ocorrência de perdas de materiais	17
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos.....	13
2	AS PERDAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	14
2.1	PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS	15
2.2.1	Perdas por controle	15
2.2.2	Perdas segundo sua natureza	15
2.2.3	Perdas segundo o momento de incidência.....	16
2.3	PERDAS DE MATERIAL	16
2.4	CÁLCULO DE PERDAS DE MATERIAL	17
2.5	REDUÇÃO DAS PERDAS.....	18
3	A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	19
3.1	SISTEMA DE FÔRMAS.....	20
3.1.1	Subsistemas de fôrmas	21
3.2	DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO DAS FÔRMAS	23
3.3	MATERIAIS USUAIS NO SISTEMA DE FÔRMAS.....	24
3.3.1	Madeira serrada.....	24
3.3.2	Madeira bruta ou roliça	25
3.3.3	Chapas de madeira compensada	25
3.4	USO DE DESMOLDANTES	28
3.5	DESFORMA	28
3.6	CUSTO DAS FÔRMAS.....	29
4	METODOLOGIA.....	30
4.1	AMPLITUDE DA PESQUISA.....	30
4.2	OBRAS PESQUISADAS.....	30
4.2.1	Obra A	30
4.2.2	Obra B	31
4.2.3	Obra C	32
4.3	ENTREVISTAS.....	33

4.4	FLUXOGRAMA DO PROCESSO	34
4.4.1	Processo de montagem e desforma	35
4.5	COLETA DE DADOS.....	35
4.5.1	Quantidade Teórica de Material (QMT)	35
4.5.2	Quantidade de Material Efetivamente Empregado (QMR).....	35
4.6	CÁLCULO DE PERDAS	36
4.7	ANÁLISE DE DADOS.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1	ENTREVISTAS.....	37
5.1.1	Aproveitamento e reuso de madeira	37
5.1.2	Uso de desmoldante	38
5.2	ÍNDICES DE PERDAS.....	38
5.2.1	Obra A	39
5.2.2	Obra B	40
5.2.3	Obra C	41
5.3	PRINCIPAIS PERDAS ENCONTRADAS	42
5.3.1	Canteiro de Obras	43
5.3.2	Número de aproveitamento	44
5.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46
5.5	RECOMENDAÇÕES	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	ANEXOS	53
	ANEXO 1 - ENTREVISTA	53
	ANEXO 2 – DADOS OBRA A.....	54
	ANEXO 3 – DADOS OBRA B.....	57
	ANEXO 4 – DADOS OBRA C	59

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população urbana favorece o setor da construção civil. John (2001), aponta que o *construbusiness*, cadeia produtiva da construção civil, corresponde a 14% da economia brasileira. Conseqüentemente, o uso de matéria prima é considerável, e processos ineficientes tendem a gerar um valor elevado de perdas de materiais.

Soibelman (1993) e Agopyan et al. (2003) definem a perda de materiais pela diferença entre a quantidade realmente empregada na execução do trabalho e a quantidade necessária segundo o projeto. Franchi, Soibelman e Formoso (1993), salientam que o termo desperdício expressa a parcela de perdas evitáveis.

Latelme (1994), afirma que o setor da construção civil ainda é pouco habituado a medições de dados, o que o torna carente de informações relativas ao desempenho de seus processos. Essa falta de dados afeta diretamente a tomada de decisões quanto à melhoria da qualidade e produtividade, bem como a redução dos níveis de perdas. Com o passar dos anos, diversas linhas de pesquisa foram abertas, mas ainda é verdadeira a afirmação acima, feitas a mais de 20 anos.

Para que os dados possam trazer uma informação a ser usada no planejamento e controle de um processo produtivo, precisa-se organizar esses dados na forma de indicadores. Os indicadores visam demonstrar o desempenho de processos, possibilitando visualizar os ajustes necessários para melhoria da produção. Se acompanhados ao longo de determinado período, tais indicadores permitem o controle em relação a padrões estabelecidos. Além disso, se associados a processo de melhoria contínua, cumprem um papel de motivador das pessoas envolvidas no processo (Formoso et al., 1996).

A cada dia surgem no mercado inovações para diferentes áreas da construção civil, com objetivo de melhorar as técnicas construtivas e reduzir as perdas e, também, os custos. Mesmo assim, alguns processos produtivos se mantêm inalterados frente às mudanças.

Os estudos e ações que visam estimar as perdas de materiais buscando a redução do uso e a preservação de recursos a cada dia se tornam mais relevantes. Os setores produtivos, pressionados pela sociedade, clientes e órgãos fiscalizadores

e reguladores, buscam melhorar sua postura frente à utilização racional dos recursos naturais.

Para a redução dos impactos ambientais, mais importante do que reciclar e destinar adequadamente os resíduos, é reduzir o uso de materiais nos canteiros de obras (Souza *et al.* 2004). É considerável apontar ainda, que a ineficiência produtiva resulta em prejuízos ambientais e econômicos, os quais afetam diretamente a competitividade das organizações e a qualidade de vida da humanidade.

Ao tratarmos especificadamente da madeira, podemos observar que a mesma é empregada de forma definitiva na construção habitacional e também de forma temporária (FARAH, 1992). Neste trabalho, será abordada a utilização da madeira de forma temporária na construção civil. E mais especificamente, será tratada a utilização da madeira na produção de fôrmas.

As fôrmas são destinadas a sustentar o concreto fresco até que o mesmo atinja condições de auto suporte, garantindo assim a obtenção das dimensões bem como da textura de acabamento desejada (MARANHÃO, LAHR, 2001). Segundo Salgado (2009), a madeira é o material mais comum e de larga utilização na execução de fôrmas, pois é de fácil aquisição e trabalhabilidade.

A produção de fôrmas para estruturas de concreto, apesar das novas tecnologias e materiais desenvolvidos, não apresentou mudanças significativas nos seus métodos de fabricação desde que o atual modelo de produção passou a ser utilizado em meados dos anos 1960. Devido a isso, os índices de perdas nesse processo ainda são elevados.

Levando em conta esses aspectos, o trabalho visa estimar os índices de perdas de madeira dentro do processo de execução de fôrmas. Essa estimativa será feita através de análise comparativa entre os projetos de fôrmas e orçamentos de material com os dados finais de aquisição de madeira.

Ao longo desse processo, haverá o acompanhamento de obras de construção civil a fim de visualizar a execução dessas fôrmas, e apontar possíveis geradores de perda.

O interesse a respeito das perdas de madeira no processo de produção e uso de fôrmas vem com o intuito de apresentar, ao fim do estudo, dados que possam ser utilizados na busca pela redução desses índices no canteiro de obra e propor possíveis soluções que gerem melhoria do desempenho desse processo produtivo. A

redução das perdas da madeira irá refletir nos custos dos materiais empregados nos empreendimentos, tornando-os mais competitivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Ampliar o conhecimento sobre a incidência de perdas na fabricação convencional de fôrmas para concreto armado em obras correntes de construção civil e propor métodos viáveis para reduzir o percentual atual, possibilitando o aumento de desempenho do processo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar estudo bibliográfico sobre perdas e sobre o uso da madeira na produção de fôrmas em obra de construção civil.
- Elaborar comparativo entre os quantitativos de material e orçamento baseados no projeto de fôrmas e o valor final de custo e consumo de madeira para fôrmas em obras de construção civil, a fim de estabelecer valores de perda de material.
- Identificar, através de entrevistas e pesquisa em campo, onde se encontram as principais incidências de perdas na produção e uso das fôrmas.
- Sugerir métodos, baseados na revisão teórica e nos dados levantados, para refrear as perdas evidenciadas.

2 AS PERDAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A NBR 8950 define a indústria da construção como “ [...] o conjunto de atividades visando realização material e intencional do homem para adaptar a natureza às suas necessidades através de obras de construção” (ABNT, 1985, p.1).

O *construbusiness*, como é conhecida a cadeia produtiva da construção civil, apresenta importantes impactos ambientais em todas as suas etapas. Tais impactos decorrem de diferentes fatores, dentre eles a representatividade do setor na economia. Outro fator determinante é que os produtos da construção civil são sempre de grandes dimensões (JOHN, 2001).

Para se desenvolver produtos de grandes dimensões e que atendam às necessidades dos consumidores finais, o ramo da construção utiliza uma variedade de recursos e materiais. De acordo com Carneiro et al (2000), a construção civil é o setor da economia que mais recursos naturais consome. Estima-se que o setor seja responsável pelo consumo de algo entre 20 a 50% dos recursos naturais consumidos pela sociedade (SJÖSTRÖM, 1992 apud JOHN, 2001, p. 30).

Outra característica marcante dessa indústria é o desperdício, sendo caracterizados, principalmente, por desperdícios de materiais, de tempo, os relativos à mão-de-obra e o de recursos financeiros (FREITAS, 1995).

A caracterização do desperdício de material envolve diversas análises. Segundo Agopyan et. al (2003), o desperdício físico depende de uma avaliação custo-benefício quanto às perdas detectadas. Essa avaliação é subjetiva e não é caracterizada por critérios pré-definidos, o que gera discussões. Sendo assim, se torna mais fácil para o ramo da construção civil contabilizar apenas suas perdas gerais.

2.1 PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ao se analisar o desenvolvimento das produções de bens ao longo dos anos, pode-se perceber que no período anterior às revoluções industriais não havia uma preocupação central com as perdas de material. Durante esse período, a preocupação

principal foi a de desenvolver os processos no sentido mecânico e tecnológico, ainda postergando a discussão do uso irracional de recursos.

Segundo Santos et al. (1996), as perdas na construção civil são em geral relacionadas ao desperdício de materiais. As perdas, entretanto, deveriam ser associadas a qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais e mão-de-obra em quantidades superiores às necessárias. Sendo assim, o conceito de perdas engloba tanto desperdício de materiais quanto a execução de serviços desnecessários que geram custos e não agregam valores.

Vargas et al. (1997, p. 3) define perdas como sendo “ [...] qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário”.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS

2.2.1 Perdas por controle

Os profissionais da construção em geral não controlam as perdas de materiais, pois consideram sua ocorrência pequena e inevitável, aceitando-as como uma característica natural das obras (SKOYLES, SKOYLES, 1987).

Soibelman (1993) afirma que existe um nível de perdas aceitável e reduzir este nível torna-se mais oneroso do que o valor das perdas que serão evitadas.

Dessa forma torna-se indispensável às empresas conhecerem seus níveis de perdas inevitáveis ou natural, para que se possam considerá-las em seus orçamentos.

2.2.2 Perdas segundo sua natureza

As perdas geram custos ao empreendimento, sendo que elas podem ser de ordem essencialmente monetária, onde há o uso inadequado, ou em quantidades superiores às especificadas em projeto. Essas perdas podem ser de natureza aparente ou ocultas, sendo aparentes as que geram entulho e ocultas aquelas que ficam incorporadas à construção. (SOIBELMAN, 1993)

Skoyles (1976) classifica as perdas como diretas ou indiretas, sendo a indireta aquela onde o material é perdido devido ao uso incorreto ou em excesso e a direta é consequência de roubos, vandalismo, perdas no transporte e estocagem.

2.2.3 Perdas segundo o momento de incidência

As perdas podem surgir em diferentes momentos do processo construtivo, conforme demonstra a Figura 1. As perdas podem ocorrer desde o processo de produção, propriamente dito. Mas podem ocorrer, também, no transporte, recebimento e na armazenagem, tanto por fatores internos quanto externos a obra.

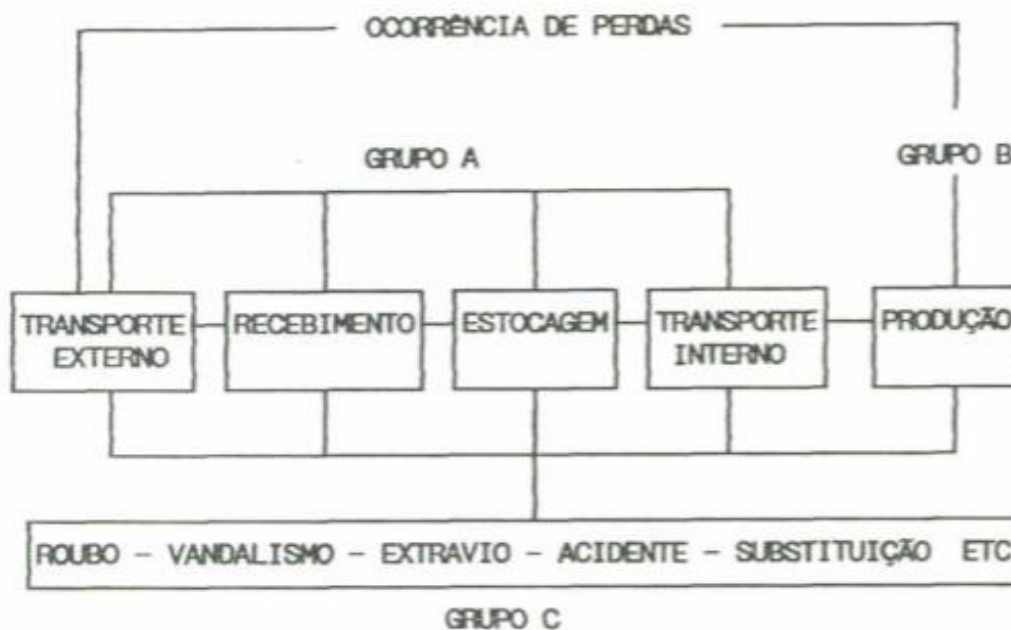


Figura 1 - Ocorrência de perdas na construção civil
 Fonte: Soibelman (1993).

2.3 PERDAS DE MATERIAL

A perda de material é definida como sendo a diferença percentual entre um consumo efetivamente realizado (consumo real) e um consumo de referência preestabelecido (PALIARI, 1999).

Segundo Agopyan et al. (2003), ao se estudar perdas de um empreendimento é necessário primeiramente estabelecer em que fase do empreendimento serão medidos os índices de perdas e consumos de materiais. Tais fases são definidas conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Diferentes fases de um empreendimento e a ocorrência de perdas de materiais

FASES	CONCEPÇÃO	EXECUÇÃO	UTILIZAÇÃO
Caracterização das perdas	Diferença entre a quantidade de material previsto num projeto otimizado e a realmente necessária de acordo com o projeto idealizado	Diferença entre a quantidade de material prevista no projeto idealizado e a quantidade efetivamente utilizada	Diferença entre a quantidade de material prevista para manutenção e a quantidade efetivamente consumida num determinado período
Parcela de perdas	Material incorporado	Material incorporado e entulho	Material incorporado e entulho

Fonte: Agopyan et al., 2003, Adaptado.

2.4 CÁLCULO DE PERDAS DE MATERIAL

A fim de se obter o valor das perdas de material no canteiro de obra, Souza *et al.* (2004) compara a quantidade de material teoricamente necessária (QMT), que pode ser também descrita como valor de referência ou representativa de perda nula, com a quantidade efetivamente empregada na execução da edificação ou de parte da mesma (QMR).

Para isso faz uso da seguinte expressão matemática:

$$Perda (\%) = \frac{QMR - QMT}{QMT} * 100$$

O valor de QMR é definido seguindo a seguinte expressão:

$$QMR = M_{adq} + M_{esti} - M_{estf}$$

Onde:

M_{adq} = Materiais adquiridos entre o primeiro e último dia de observação;

M_{esti} = Material em estoque na data de início de observação;

M_{estf} = Material em estoque na data de fim de observação.

2.5 REDUÇÃO DAS PERDAS

O caminho para redução das perdas na construção civil passa pelo entendimento de como, onde e quando elas ocorrem e quais os fatores responsáveis pela sua ocorrência (PALIARI, 1999).

Embora sejam identificadas durante a execução, as origens das perdas podem estar nas etapas de planejamento, projeto, fabricação do material, suprimentos e preparação dos recursos humanos (SANTOS et al., 1996).

Todo investimento ou ações voltadas para redução de perdas de recursos e consequentemente a melhoria de qualidade e produtividade é baseada na relação custo-benefício (PALIARI, 1999).

3 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Utilizada desde os tempos pré-históricos para se aquecer, obter energia, cozinhar, confeccionar utensílios, armas e abrigo, a madeira contribuiu de maneira decisiva para o desenvolvimento e avanço da humanidade.

Mesmo com o desenvolvimento da tecnologia e ciência, que propiciaram o surgimento de materiais com alto desempenho, a madeira ainda é essencial em vários segmentos, como é o caso da construção civil (ZENID, 1997). A madeira é utilizada para a fabricação de fôrmas para concreto, andaimes, escoras, estrutura de cobertura, pilares e vigas, vedação vertical, esquadrias, forros e pisos (PAESE, 2012).

A utilização intensa da madeira na indústria da construção civil exige que se pense no seu impacto ambiental decorrentes do desflorestamento. O setor da construção é responsável pelo consumo de 2/3 da madeira natural extraída, sendo que a maioria destas florestas não são manuseadas adequadamente (CERF, 2007).

Sobral et. Al. (2002), desenvolveu um estudo no estado de São Paulo e apresentou conforme a Tabela 1, resultados da forma de comercialização da madeira amazônica. Os resultados apresentados demonstram a significativa importância desse material no setor de construção.

Tabela 1 - Uso de madeira amazônica no estado de São Paulo, 2001

USO DA MADEIRA	%
Estruturas de telhados de casas	42
Andaimes e Fôrmas para concreto	28
Móveis populares	15
Forros pisos e esquadrias	11
Casas pré-fabricadas de madeira	3
Móveis finos e peças de decoração	1

Fonte: Sobral et. al (2002), adaptado.

Por ser um material de fácil trabalhabilidade e renovável, rico em possibilidades, sem a necessidade de processos industriais complicados e poluidores

para seu processamento, a madeira se torna muito interessante quando comparada a outros materiais (ESPÓSITO, 2007).

Atualmente o uso da madeira se baseia nas modernas técnicas de reflorestamento, aliadas ao desenvolvimento de produtos industrializados, buscando o mínimo de perdas, tornando-o assim material construtivo competitivo econômica e ecologicamente (PFEIL; PFEIL, 2003).

3.1 SISTEMA DE FÔRMAS

Sistema de fôrmas consiste em um conjunto de elementos combinados em harmonia com o objetivo de atender às funções a ele atribuídas (ARAÚJO; FREIRE, 2004, p. 7).

Segundo a NBR 15696, fôrmas são “[...] estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante” (ABNT, 2009, p.2)

Podemos chamar de sistema de fôrma o conjunto dos elementos que o compõem: molde, estrutura do molde, os elementos de cimbramento e de escoramento e os acessórios (ASSAHI, 1989).

Fajersztajn (1987) define molde como o elemento que entra em contato direto com o concreto, responsável pela forma e textura, constituído de painéis de laje, fundos e faces de vigas e faces de pilares. Já a estrutura do molde é destinada a sustentar e travar o molde, de modo a garantir a não deformação do mesmo. É constituído comumente por gravatas, sarrafos acoplados aos painéis e travessões.

O mesmo autor define, ainda, que o escoramento é constituído genericamente por guias, pontaletes e pés-direitos. A NBR 15696 define escoramentos como:

Estruturas provisórias com capacidade de resistir e transmitir às bases de apoio da estrutura do escoramento todas as ações provenientes das cargas permanentes e variáveis resultantes do lançamento do concreto fresco sobre as fôrmas horizontais e verticais, até que o concreto se torne autoportante (ABNT, 2009, p.2).

Cimbramento, segundo as especificações técnicas do Departamento de Estradas de Rodagem, do estado de São Paulo, é definido como:

O conjunto de elementos-suporte que garantem o apoio consistente, indeformável, resistente às intempéries, às cargas de peso próprio do concreto e das formas, inclusive às cargas decorrentes da movimentação operacional, de modo a garantir total segurança durante as operações de concretagem das unidades estruturais (DER/SP, 2007, p.3).

Os acessórios são peças que irão auxiliar o desempenho das demais.

3.1.1 Subsistemas de fôrmas

Os subsistemas de fôrmas são conjuntos de fôrmas com a finalidade de moldar partes ou tipos específicos de peças da estrutura de concreto armado do edifício. A divisão em subsistemas é feita de acordo com a função que desempenham as peças na estrutura.

Assim têm-se subsistema de fôrmas para lajes (Figura 2) (MARANHÃO, 2000).

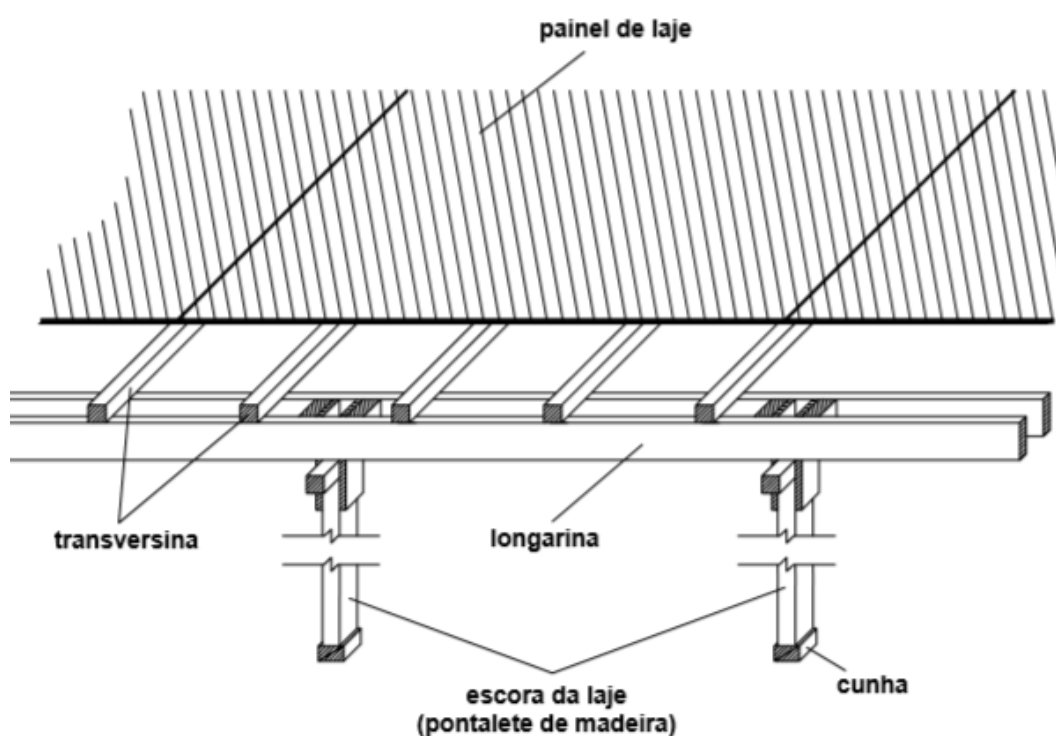


Figura 2 - Subsistema de fôrma para laje
Fonte: MARANHÃO (2000, p. 11).

Subsistema de fôrmas para pilares (Figura 3) (MARANHÃO, 2000).

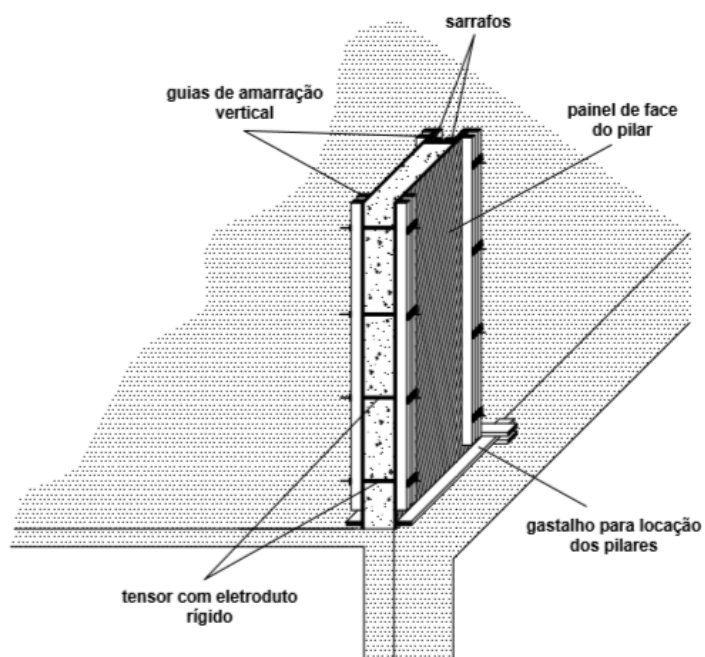


Figura 3 - Subsistema de fôrma para pilar
Fonte: MARANHÃO (2000, p. 13).

E por fim o subsistema de fôrmas para vigas (Figura 4) (MARANHÃO, 2000).

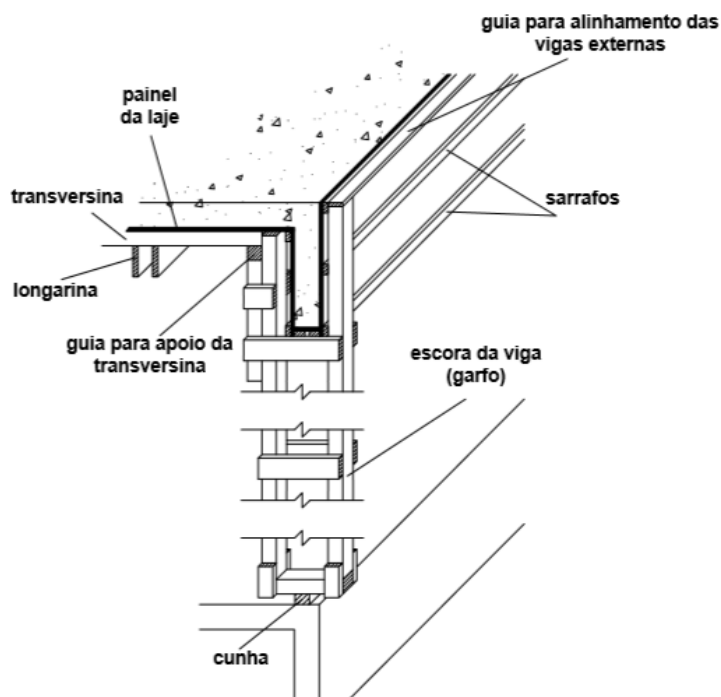


Figura 4 - Subsistema de fôrma para viga
Fonte: MARANHÃO (2000, p. 12).

3.2 DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO DAS FÔRMAS

As fôrmas pertencem à estrutura da edificação na sua fase executiva. De maneira geral, as fôrmas para concreto armado devem atender requisitos para que sejam satisfatórias. Devem ser executadas de acordo com o projeto, e ter resistência suficiente para não se deformar sensivelmente sob as ações dos esforços que vão suportar. Devem, também, ser estanques, e serem executadas e projetadas a fim de permitir o maior número possível de utilização da mesma peça (SALGADO, 2009).

A NBR 15696 (ABNT, 2009) fixa os procedimentos e condições que devem ser obedecidos na execução das estruturas provisórias que servem de fôrmas e escoramentos, para a execução de estruturas de concreto moldadas *in loco*.

Os procedimentos para dimensionamento de formas são apresentados na NBR 7190 (1997) - Projeto de Estruturas de Madeira. O planejamento busca determinar as etapas necessárias para a produção das fôrmas, de forma a auxiliar o máximo possível na hora da execução, através de desenhos simples e claros e relatório explicativo (MARANHÃO, 2000).

É preciso alterar a prática atual na produção de fôrmas, onde o planejamento e produção de fôrmas ficam a cargo do engenheiro da obra, que em muitos casos acaba delegando a função ao mestre de obras e seus encarregados de carpintaria. Realizado desta forma, aumentam as possibilidades de que a execução das formas seja feita sem que haja estudo de economia e verificação dos requisitos de resistência e deformabilidade, bem como a análise de facilidade de desforma para aproveitamento futuro (MARANHÃO, 2000).

A não existência de projeto de execução de fôrmas acaba resultando em falta de padronização, o que gera consumo disforme de material em obras semelhantes, e grande quantidade de resíduos pelo baixo reaproveitamento das peças, podendo assim onerar os custos e causar prejuízos ao empreendimento (PAESE, 2012).

Aliado à relevância das fôrmas no custo direto da edificação, o sistema de fôrmas tem influência direta no prazo e qualidade da obra, pois rege o início da execução da estrutura, bem como o prumo, nível e alinhamento da mesma (ARAÚJO; FREIRE, 2004).

3.3 MATERIAIS USUAIS NO SISTEMA DE FÔRMAS

Os materiais empregados no sistema de fôrmas são de extrema importância, pois destes dependem o desempenho técnico e financeiro do conjunto, a sua escolha se dá baseada na economia, segurança e qualidade (ARAÚJO; FREIRE, 2004).

O emprego da madeira no sistema de fôrmas para estruturas de concreto armado é generalizado, o que a torna a principal matéria-prima no preparo de fôrmas, devido principalmente à sua fácil aquisição e trabalhabilidade e, também, por ser mais acessível às empresas de médio e pequeno porte (SALGADO, 2009; PAESE, 2012).

A madeira extraída das toras de árvores tem limitações de dimensões, as quais impõem restrições à montagem de painéis de fôrmas. Para solucionar tal restrição, no início dos anos 1950 introduziram-se as chapas de madeira compensada para gradativamente substituírem o uso da tábua de Pinheiro (MARANHÃO, 2000).

Os materiais usuais para a produção do sistema de fôrmas convencional são madeira serrada, madeira bruta ou roliça, chapas de madeira compensada e os pregos.

3.3.1 Madeira serrada

Atualmente a madeira serrada é usada em menor quantidade para produção de moldes no sistema de fôrmas, pois geram maior quantidade de resíduos de materiais e baixa padronização das peças, havendo maior necessidade de mão-de-obra para confecção das fôrmas.



Figura 5 - Madeira serrada

Fonte: http://brasil.iclaz.com.br/madeira-serrada-qualquer-bitola-e-tipo-roxim-angelim-ipe-ii_23450.html

As espécies de madeira utilizadas de forma serrada na execução de formas de madeira para construção civil são eucalipto, cedrinho e pinus. O Pinho do Paraná, antes utilizado em larga escala, sofreu um escassoamento nas últimas décadas, e passou a ser considerado espécie em extinção, tendo sua comercialização um rígido controle público.

As peças de madeira serrada no formato de pontaletes, sarrafos e tábuas não devem possuir defeitos em suas dimensões, formato, arqueamento, rachaduras, podridão, fendas, além dos limites de tolerância para cada classe. Essas classes são divididas em primeira qualidade industrial, segunda qualidade industrial e terceira qualidade industrial (YAZIGI, 2009).

3.3.2 Madeira bruta ou roliça

É utilizada com frequência em estruturas provisórias, como é o caso dos escoramentos. É empregada em formato de tronco (Figura 6). Atualmente o material mais usado é o eucalipto (PFEIL; PFEIL, 2003).



Figura 6 - Madeira roliça

Fonte: <http://madeireirasaojosels.com.br/produtos.php>

3.3.3 Chapas de madeira compensada

As dificuldades para obtenção de madeira maciça com qualidade e dimensões adequadas às necessidades, e o consumo cada vez maior de materiais de construção, aliado às novas tecnologias, fizeram surgir os produtos derivados de madeira. Um desses materiais são as chapas de madeira compensada (MORIKAWA, 2003).

Recebem este nome, pois a disposição de suas lâminas compensa a distribuição de tensões. De acordo com Nazar (2007), as lâminas são assentadas uma sobre as outras em direções perpendiculares entre si, o que gera uma excelente resistência mecânica, e livre de contrações e expansão. Os compensados podem ter três, cinco, ou mais lâminas, sempre em número ímpar (Figura 7) (PFEIL; PFEIL, 2003).

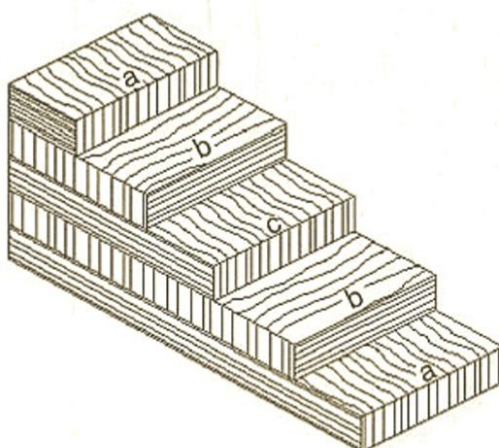


Figura 7 - Seção de uma peça de madeira compensada, destacando-se as camadas de madeira
Fonte: PFEIL, PFEIL (2003, p. 12).

A vantagem em se usar chapas de madeira compensada é a possibilidade de trabalhar com elementos de grandes dimensões e com resistência alta se comparadas à resistência da madeira sã utilizada na sua fabricação. (MARANHÃO, 2000). Stamato (2002) destaca que o compensado permite cortes em qualquer dimensão, o que facilita a execução de elementos fletidos, e ainda é facilmente conectado pelos meios mecânicos usuais (pregos, parafusos, grampos) e por cola. O mesmo autor enfatiza ainda que o compensado permite a colocação de pregos e parafusos mais próximo às bordas e extremidades em relação à madeira maciça. Tais informações confirmam as vantagens do uso de chapas de compensado na fabricação de fôrmas em relação à madeira maciça.

Esses painéis têm variações de acabamento na superfície. É possível encontrar faces externas lixadas e com um tratamento superficial, e outras com película plástica nas lâminas externas, sendo denominadas de chapas plastificadas (Figura 8), chapas resinadas (Figura 9) e chapas naval (Figura 10).

A chapa plastificada destaca-se das demais por proporcionar melhor acabamento para o concreto, bem como pelo melhor número de reutilizações.



Figura 8 - Chapa de madeira plastificada

Fonte: <http://www.beijaflormadeira.com.br/plasticados/chapa-compensado-plasticado-18-mm/chapa-compensado-plasticado-preco-em-itapevi>



Figura 9 - Chapa de madeira resinada

Fonte: <http://www.afcompensados.com.br/produtos/2/compensado-resinado>



Figura 10 - Chapa de madeira naval

Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1085167641-chapa-de-compensado-naval-10mm-_JM

Atualmente no mercado, são comercializados dois tamanhos padrões, que são as chapas de 1,10m x 2,20m e 1,22m x 2,44m. O que varia é a espessura da chapa e o número de lâminas. As chapas não devem apresentar defeitos de dimensão, número de lâminas inadequado ou defeitos na superfície.

As chapas de madeira compensadas devem atender as disposições da NBR 9531 (1986) – “Chapas de madeira compensada – Classificação”, e as disposições da NBR 9532 (1986) - “Chapas de madeira compensada – Especificações”, com dimensões e espessuras especificadas.

3.4 USO DE DESMOLDANTES

O uso do desmoldante formará uma barreira entre o concreto e a fôrma, tornando assim fácil a remoção das fôrmas sem danificar o concreto e possibilitando a reutilização do molde. (YAZIGI, 2009). É usado ainda com o intuito de prevenir a expansão, deformação e secagem das fôrmas.

3.5 DESFORMA

A desforma de um pavimento é uma etapa muito importante no processo de execução da estrutura. A realização desta tarefa com critérios, preocupando-se com a qualidade dos painéis, pode determinar a vida útil das fôrmas.

Ao serem retirados, todos os painéis devem ser limpos, removendo o excesso de argamassa aderidos à superfície e bordas das chapas de madeira, recuperando as que estiverem danificadas. Por fim deve-se encaminhar os mesmos para armazenagem em perfeito estado de conservação para nova utilização (MARANHÃO; LAHR, 2001).

A NBR 7678 (ABNT, 1983) indica os seguintes tempos mínimos de cura convencional antes da desforma, dados na Tabela 2, os quais poderão ser reduzidos se houver a utilização de aceleradores químicos ou físicos da cura, sob supervisão de profissional habilitado.

Tabela 2 - Tempos mínimos de cura convencional da desforma

Tipo de peça estrutural	Quando a sobrecarga for:	
	Maior que o peso próprio do concreto e das fôrmas	Menor que o peso próprio do concreto e das fôrmas
Arcos	14 dias	7 dias
Fundo de vigas de menos de 3m de vão	7 dias	4 dias
Fundos de viga de vãos entre 3 e 6m	14 dias	7 dias
Fundos de vigas de mais de 6m de vão	21 dias	14 dias
Lajes com vãos menores de 3m	4 dias	3 dias
Lajes com vãos entre 3 e 6m	7 dias	4 dias
Lajes com vãos maiores de 6m	10 dias	7 dias
Paredes	1 dia	1 dia
Colunas	1 dia	1 dia
Formas laterais de vigas	1 dia	1 dia
Lajes protendidas com aderência posterior	Assim que for aplicada a protensão final	

Fonte: Adaptado ABNT (1983).

3.6 CUSTO DAS FÔRMAS

O item fôrmas passou a ser relevante na composição de custos de uma obra, a partir do momento em que se percebeu que das horas gastas para moldar uma estrutura em concreto armado, em média 60% são dedicadas às fôrmas. O custo das fôrmas fica entre 40% e 60% do custo total de uma estrutura de concreto armado, representando algo entre 8% e 12% do custo de uma edificação (MARANHÃO, 2000).

Assim, o reaproveitamento do conjunto de fôrmas passa a ser de grande valia. Deve-se considerar, então, o conceito de “amortização do custo das fôrmas”, através do maior número de reutilizações possível (MARANHÃO; LAHR, 2001).

4 METODOLOGIA

4.1 AMPLITUDE DA PESQUISA

O setor da construção civil é amplo, o que torna a problemática de perdas imensa devido à grande variedade de materiais e processos utilizados. Optou-se por restringir o levantamento de dados a um material: a madeira, um processo: a produção e uso de fôrmas. O trabalho de campo foi feito em três canteiros de obras, sendo que as três obras teriam de ter concluído todo o uso de fôrmas.

Sendo o tamanho da amostra reduzido, não é possível afirmar que os resultados representarão todo o setor, esta pesquisa tem intuito de contribuir na constituição de dados para o setor.

As obras levantadas são localizadas na cidade de São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, Brasil, e foram acompanhadas entre os meses de fevereiro e outubro de 2018. Foram selecionadas duas obras executadas por empresas atuantes na cidade e uma terceira executada por mestre de obras autônomo.

4.2 OBRAS PESQUISADAS

4.2.1 Obra A

A Obra A (Figura 11) consiste de uma residência unifamiliar de padrão normal, com 206,78 m², constituída de dois pavimentos mais estrutura para caixa de água. O primeiro pavimento contém cozinha/sala de estar, área de serviço, escritório, banheiro, quarto e garagem. No segundo pavimento constam dois quartos, um banheiro, uma suíte, sala de estar e sacada.

Esta obra foi desenvolvida por empresa do ramo da construção atuante no município de São Lourenço do Oeste, Santa Catarina, onde o cliente contratou a execução do imóvel pronto, ficando sob responsabilidade da construtora adquirir todos os insumos necessários para a realização do empreendimento.



Figura 11 - Fachada Obra A
Fonte: Acervo próprio (2018).

4.2.2 Obra B

A Obra B (Figura 12) é uma residência unifamiliar térrea de 154,6 m², composta por dois quartos, suíte com *closet*, banheiro, sala de estar, sala de jantar, cozinha, lavanderia e garagem.

A obra foi construída por um empreiteiro contratado pelo proprietário, onde o proprietário era responsável pela aquisição de materiais, e estes eram adquiridos conforme informações do mestre de obras.

Nesta obra o orçamento foi realizado visando a utilização da madeira das fôrmas no telhado. Assim o aproveitamento utilizado no orçamento de fôrmas foi de uma vez.



Figura 12 - Fachada Obra B
Fonte: Acervo próprio (2018).

4.2.3 Obra C

A Obra C (Figura 13) compreende um edifício residencial com oito pavimentos, com área total aproximada de 3.000 m², sendo um subsolo destinado a garagens, um pavimento térreo com duas salas comerciais e seis pavimentos tipo, os quais englobam quatro apartamentos cada.

Os pavimentos tipo englobam: dois apartamentos similares, com área de 65,08m², constituídos de dois quartos, banheiro, cozinha/lavanderia, sala de estar/jantar e sacada com churrasqueira; um apartamento com área de 100,7m², que conta com suíte com sacada, quarto, banheiro, sala de estar/jantar, cozinha, lavanderia e sacada com churrasqueira; e um apartamento com área de 113,37m², o qual compreende uma suíte com sacada, dois quartos, banheiro, sala de jantar/estar, cozinha, lavanderia e sacada com churrasqueira.

A obra é de responsabilidade de construtora atuante no município de São Lourenço do Oeste.



Figura 13 - Fachada Obra C
Fonte: Acervo próprio (2018).

4.3 ENTREVISTAS

Neste trabalho foram realizadas entrevistas com os mestres de obras atuantes em empresas e de maneira autônoma na cidade de São Lourenço do Oeste - Santa Catarina, incluindo os mestres de obras das empresas e do empreiteiro que executaram as obras estudadas. Essas entrevistas buscarão compreender os aspectos qualitativos da execução das formas nas obras analisadas, representando, assim, o modo como se costuma conduzir o processo de fabricação de fôrmas para concreto armado na região.

O questionário encontra-se no Anexo 1, e é baseado em questões descritivas, onde são analisados desde os tipos de contratação usuais, o tipo de material utilizado para fôrmas em diversas obras, a utilização de desmoldantes e o número de vezes em que uma mesma fôrma é utilizada.

4.4 FLUXOGRAMA DO PROCESSO

A fim de analisar as perdas no processo de produção e uso das fôrmas de madeira foi elaborado o fluxograma do processo. A mensuração das perdas envolvendo o fluxograma pode ser global, onde envolve todas as fases do mesmo, ou parcial, quando a perda é associada a uma parcela do processo de produção.

A partir da especificação do processo, a mensuração das perdas e consumos de madeira foi feita de maneira parcial, levando em consideração as etapas que ocorrem dentro do canteiro de obras. Essa mensuração abrange a fase de execução, na qual é possível analisar as perdas correspondentes à diferença entre a quantidade de material prevista no projeto idealizado e a quantidade efetivamente utilizada. Sendo assim, as etapas de interesse são as que vão de recebimento e controle até armazenamento, e estão evidenciadas pela cor azul no fluxograma do processo apresentado na Figura 14.

Essa escolha foi feita levando em consideração que a partir do momento que se faz a desforma do concreto, a madeira das fôrmas pode ser utilizada em outra função, tornando assim muito extenso o processo de análise da perda ao final do seu ciclo de vida. Pode-se notar que após a desforma o material é armazenado e em caso de existência de repetição de pavimentos tipo é então utilizado novamente para o mesmo fim.

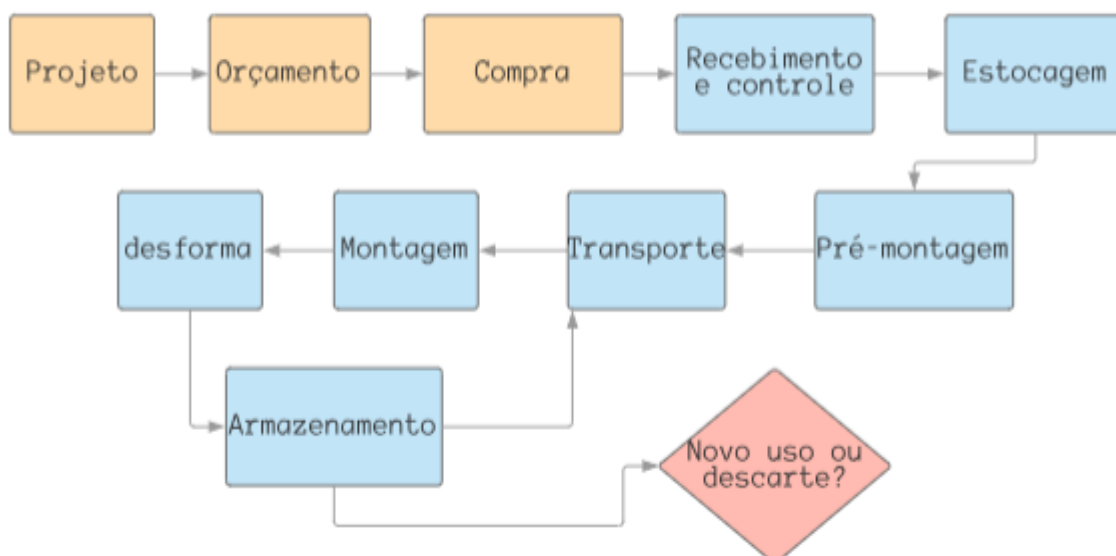


Figura 14 - Fluxograma do processo de produção de fôrmas de madeira para concreto
Fonte: Autoria própria (2018).

4.4.1 Processo de montagem e desforma

Com intuito de identificar as ações que geram maiores perdas na produção e uso das fôrmas foram acompanhadas algumas montagens e desformas nas obras estudadas, possibilitando assim maior conhecimento do processo e análise de todas as etapas.

4.5 COLETA DE DADOS

Para realizar a análise quantitativa das perdas foi necessário obter as quantidades de materiais teóricos e efetivamente empregados nas obras estudadas.

4.5.1 Quantidade Teórica de Material (QMT)

Há a necessidade de um valor de referência para perda nula ou quantidade teórica de madeira necessária para a produção das fôrmas do empreendimento. Assim, foi adotado o valor prescrito de insumos nos orçamentos de projeto como o QMT. Portanto, não se está fazendo análise das especificações, mas detectando-se os consumos que excedem os especificados.

4.5.2 Quantidade de Material Efetivamente Empregado (QMR)

Os valores de materiais efetivamente empregados serão definidos através dos materiais adquiridos entre o primeiro dia de obra e último dia de execução de fôrmas. Essas quantidades são comprovadas mediante notas de compra de material dos empreendimentos, as quais serão disponibilizadas pelas empresas e/ou responsáveis por cada uma das obras. Sendo assim, será possível identificar as quantidades finais de madeira empregada em cada empreendimento, possibilitando então a comparação com os dados de QMT.

4.6 CÁLCULO DE PERDAS

O cálculo de percentagem de perdas de madeira foi realizado, adaptando-se a equação estabelecida por Souza *et al.* (2004), apresentado no item 2.4 deste trabalho, utilizando-se dos dados coletados nas Obras A, B e C.

Para isso se faz uso da seguinte expressão matemática:

$$Perda (\%) = \frac{QMR - QMT}{QMT} * 100$$

Onde:

QMR = Madeira efetivamente empregada na execução das formas;

QMT = Valor onde se considera perda nula, estabelecido através do orçamento de projeto.

Esta adaptação foi feita para se conseguir abranger maior número de empreendimentos, levando em consideração que, se feita baseada em observações e medições constantes em obra, seria necessário um número maior de pessoas na pesquisa.

4.7 ANÁLISE DE DADOS

Após todo o levantamento de dados e cálculo das perdas, bem como através das visitas e entrevistas em obras será possível identificar os pontos de maior problemática durante a produção e uso das fôrmas e propor algumas soluções para reduzir os índices apresentados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ENTREVISTAS

Foram entrevistados 10 (dez) mestres-de-obras atuantes na cidade de São Lourenço do Oeste. Destes, três com vínculo empregatício com empresas do ramo da construção atuantes no município. Os demais são autônomos, trabalham em regime de contrato por obra, alguns diretamente com o proprietário e outros através de empresa de construção, nessa condição, dispõem de suas próprias equipes de trabalho.

Pode-se constatar que apesar do crescimento das empresas formais de construção no município, ainda predomina a contratação direta de pedreiros e ajudantes pelos proprietários de obras. Segundo os entrevistados, essa escolha decorre do poder de o proprietário contratar alguém com quem já trabalhou, alguém de quem teve boas indicações, e ainda da maior facilidade de acompanhar e cobrar mais ativamente ações e cuidados dos trabalhadores, o que segundo os entrevistados, aumenta a qualidade dos serviços prestados.

As entrevistas mostraram que os mestres-de-obras se encontram na faixa etária entre 40 e 60 anos, e em sua maioria começaram a trabalhar muito cedo no setor da construção, sendo que todos atuam a 28 ou mais anos nesse ramo.

5.1.1 Aproveitamento e reuso de madeira

Acerca do uso e aproveitamento da madeira foram obtidas variadas respostas. Em se tratando da construção de casas (residências unifamiliares), em geral a madeira utilizada para as fôrmas é depois aproveitada na estrutura do telhado. Sendo assim, geralmente a madeira é utilizada para as fôrmas, em caso de se ter peças estruturais semelhantes a mesma é aproveitada novamente, mas no geral não mais que duas vezes. Após o desmolde é feita a retirada de pregos e conectores e armazenada para posterior utilização no telhado.

Quando tratamos da construção de edificações com mais pavimentos, e repetição de pavimentos tipo, os entrevistados afirmaram que há sim um aproveitamento das peças, onde são repostas apenas partes que apresentem

defeitos. Neste caso a prioridade é o uso de compensados de madeira no lugar das tábuas, e o número de aproveitamentos depende muito da qualidade do material, podendo variar de 4 a 5 vezes algumas chapas, até chapas que tem garantia de 12 aproveitamentos.

Ao fim das obras, quando o material foi adquirido pelo proprietário, o mesmo é responsável pelo excedente e pelos resíduos, e fica a seu critério o destino dos mesmos. Em se tratando de execução de obra com aquisição de material sob responsabilidade do empreiteiro ou construtora, ao fim da obra os insumos que podem ser reaproveitados são enviados para outras obras, e as peças danificadas ou que não terão mais uso são divididas entre os funcionários que as transformam em lenha.

5.1.2 Uso de desmoldante

As considerações acerca do uso ou não de desmoldante foram divergentes. Alguns consideram desnecessário; outros dizem ser bom, mas que se tratando de algo dispensável. Os proprietários consideram perda de dinheiro e poucos realmente veem como algo que contribui para a melhor qualidade do serviço.

A percepção foi de que os mestres-de-obras que trabalham para as empresas formais de construção, em geral fazem uso do mesmo. Essa utilização é, na maioria dos casos, devido à recomendação dos engenheiros responsáveis, que visam maior aproveitamento da madeira, mas também o dispensam em alguns casos. Entre os profissionais que trabalham de maneira autônoma não se têm o hábito de utilização do desmoldante nas fôrmas.

5.2 ÍNDICES DE PERDAS

Para as três obras estudadas foram calculados os índices de perdas em termos percentuais para cada insumo de madeira e também o percentual no custo final com madeira para fôrmas.

Para realizar a estimativa de custo das perdas de madeira, foram utilizadas as tabelas Sinapi de Santa Catarina, referentes ao mês de setembro de 2018, para que se tivesse um valor padrão para os insumos em todas as obras.

5.2.1 Obra A

A Tabela 3 relaciona as quantidades de cada insumo de madeira que representa perda nula (QMT), as quantidades efetivamente empregadas na execução das fôrmas (QMR), a perda bruta de material e a porcentagem de perda de cada item, referente a Obra A.

Tabela 3 - QMT, QMR, perda bruta e % de perda por insumo de madeira - Obra A

DADOS - OBRA A					
INSUMO	UNID.	QMT	QMR	PERDA BRUTA	% PERDA
Escoras de eucalipto	m	586,84	618,80	31,96	5,45
Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	410,01	432,00	21,99	5,36
Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	366,73	378,00	11,27	3,07
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	345,20	419,00	73,80	21,38
Tábua de madeira 2,5x30cm	m²	153,42	185,40	31,98	20,84
Compensado plastificado 12mm	m²	215,75	249,26	33,51	15,53

Fonte: Autoria própria, 2018.

Se tratando da Obra A, obtivemos os valores totais em reais de madeira apresentados na Tabela 4, para a quantidade de material teórica (QMT) e quantidade de material efetivamente empregada (QMR).

Tabela 4 - Valores em reais de madeira - Obra A

RESUMO VALORES - OBRA A	
QMT	R\$ 9.745,93
QMR	R\$ 11.191,03

Fonte: Autoria própria, 2018.

É possível observar que o valor final de madeira adquirido foi R\$ 1.445,10 acima do valor teórico, o que representa um acréscimo de custo de 14,83% em relação ao valor orçado de madeira para a obra. Todos os dados referentes a Obra A são apresentados no Anexo 2.

As perdas são significativas, principalmente no que diz respeito às tábuas. E este valor se deve principalmente ao pouco controle do material dentro do canteiro de obra, onde material em bom estado e com possibilidade de reuso era descartado. E

também, ao pouco cuidado na desforma e armazenagem do mesmo que acabava impossibilitando o reaproveitamento.

5.2.2 Obra B

A Tabela 5 apresenta os valores de QMT, QMR, perda bruta e perda percentual dos insumos de madeira utilizados na produção de fôrmas da Obra B. Já a Tabela 6 apresenta os custos com os insumos em QMT e QMR.

Tabela 5 - QMT, QMR, perda bruta e % de perda por insumo de madeira - Obra B

DADOS - OBRA B					
INSUMO	UNID.	QMT	QMR	PERDA BRUTA	% PERDA
Escoras de eucalipto	m	498,78	510,00	11,22	2,25
Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	677,57	684,00	6,43	0,95
Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	611,12	618,00	6,88	1,13
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	293,40	297,00	3,60	1,23
Tábua de madeira 2,5x30cm	m²	373,49	390,00	16,51	4,42
Compensado plastificado 12mm	m²	183,38	191,18	7,81	4,26

Fonte: Autoria própria, 2018.

Tabela 6 - Valores em reais de madeira - Obra B

RESUMO VALORES - OBRA B	
QMT	R\$ 13.862,56
QMR	R\$ 14.188,91

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os percentuais de perdas na Obra B foram baixos devido ao aproveitamento ser único, dessa forma a quantidade de insumo teórica a ser adquirida era elevada, não diferenciando muito da real.

Esse aproveitamento de uma vez foi adotado, pois os proprietários optaram por acima da laje executar uma cobertura com telhas, o que necessita um madeiramento grande, assim toda a madeira em bom utilizada na execução das fôrmas foi aproveitada no telhado. Devido a isso, ao final da obra não se observou quantidade significativa de resíduo de madeira. Sobraram as escoras, as quais foram transformadas em lenha para o proprietário; e as chapas de compensado, que foram separadas pelo mestre de obras para serem aproveitadas em outro empreendimento.

5.2.3 Obra C

O empreendimento C considerou um aproveitamento de 8 vezes para os insumos de madeira na elaboração do quantitativo de material necessário a obra. Todas as fôrmas foram transferidas de um pavimento para outro com ajuda de uma grua, onde se desmanchava um ambiente por vez e imediatamente se montava no pavimento superior, melhorando a organização e facilitando a desforma e nova montagem da mesma.

Os dados de QMT e QMR, bem como os valores de perda bruta e percentagem de perda por insumo podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7 - QMT, QMR, perda bruta e % de perda por insumo de madeira - Obra C

DADOS - OBRA C					
INSUMO	UNID.	QMT	QMR	PERDA BRUTA	PERDA %
Escoras de eucalipto	m	1416,71	1649,00	232,29	16,40
Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	2253,04	2304,00	50,96	2,26
Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	2061,83	2085,00	23,17	1,12
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	1599,71	1650,00	50,29	3,14
Tábua de madeira 2,5x30cm	m²	528,09	560,00	31,91	6,04
Compensado plastificado 12mm	m²	1079,36	1435,06	355,70	32,95

Fonte: Autoria própria, 2018.

A diferença percentual de custo entre o material teórico e efetivamente empregado foi de 17,98%, os valores brutos podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores em reais de madeira - Obra C

RESUMO VALORES - OBRA C	
QMT	R\$ 42.586,12
QMR	R\$ 50.243,09

Fonte: Autoria própria, 2018.

Analisando os resultados obtidos, através do acompanhamento da obra e em conversa com o mestre-de-obras foi possível constatar que a porcentagem elevada de perda das chapas de compensado pode ser atribuída ao tipo e qualidade do material utilizado, a não utilização de desmoldantes em alguns pavimentos e ao

descuido dos serventes na hora de desformar o concreto. Nesta obra não se observou perda por armazenagem irregular.

Ao final da obra, as chapas foram descartadas devido ao estado em que se encontravam, as escoras em bom estado foram armazenadas pela construtora para uso em outros empreendimentos, e as que foram descartadas foram divididas entre os funcionários.

5.3 PRINCIPAIS PERDAS ENCONTRADAS

O acompanhamento da produção das fôrmas e da desforma nas obras A, B e C, bem como as visitas a outros canteiros de obra para as entrevistas, possibilitou identificar algumas ocorrências comuns as obras que geram perdas significativas e aumentam a quantidade de madeira a ser adquirida para a construção da obra.

Foram encontradas principalmente perdas por processamento, onde são perdidas tábuas e chapas por corte errado, descuido na desforma e pouco aproveitamento da madeira; e perdas por estoque, onde o material novo é entregue e não há conferência das quantidades. Dessa maneira há diferença entre a quantidade comprada e entregue, acarretando numa perda de material que nunca chegou de fato a obra, por armazenado em lugar inadequado, sem proteção contra intempéries, como mostra a Figura 15, causando a perda das propriedades físicas e sua deformação, deixando de ser útil na produção de fôrmas.



Figura 15 - Estoque de Madeira
Fonte: Acervo próprio (2018).

A organização do canteiro de obras e o menor número de aproveitamento da madeira em relação ao que foi projetado se mostraram os fatores de maior perda nas obras acompanhadas.

5.3.1 Canteiro de Obras

A organização dos materiais no canteiro de obra e o próprio arranjo físico do canteiro são fatores que implicam na perda de madeira. Isso decorre de diversos fatores. Dentre eles: a pré-montagem, onde os materiais são cortados e, muitas vezes, os sobressalentes não são separados e organizados de maneira a serem utilizados posteriormente; também ocorre que esses materiais são armazenados em ponto não visível, tornando-se mais conveniente utilizar uma nova chapa ou tábua do que encontrar uma adequada dentre as já cortadas que possa servir ao projeto.

Em uma das obras analisadas o canteiro era dentro da obra em construção, como mostrado na Figura 16. Durante a montagem das fôrmas, colocação das escoras e concretagem da laje o espaço tornou-se apertado e desorganizado, propiciando maior incidência de perdas.



Figura 16 - Canteiro de Obras - Obra A
Fonte: Acervo próprio (2018).

5.3.2 Número de aproveitamento

Nas obras “A” e “C” foram considerados, respectivamente, aproveitamento de três e oito vezes para os insumos de madeira. Percebeu-se pelo valor apresentado de perdas e pelo acompanhamento da montagem das fôrmas e da desforma que o material não foi aproveitado o número de vezes esperado pelo projetista e pelo orçamentista. Vários fatores influenciaram no menor número de aproveitamento.

Destacam-se, entre esses fatores, a desforma propriamente dita, que por vezes é feita sem o cuidado necessário e causa a quebra de tábuas ou chapas. E, também a forma de se fazer o armazenamento das fôrmas, onde a madeira já utilizada no sistema é armazenada sem a separação adequada e sem a retirada de pregos e conectores utilizados. O armazenamento irregular de madeiras novas em lugar onde ficam expostas as intempéries também afeta o número de aproveitamentos (Figura 17).



Figura 17 - Madeira após desforma
Fonte: Acervo próprio (2018).

Nas obras acompanhadas que eram residências unifamiliares, obras A e B, não foi feito o uso de desmoldante, por ser considerado desnecessário. Ao se observar

a desforma percebe-se, entretanto, que o número de tábuas e chapas que acabam danificadas aumenta, o que também acarreta na diminuição do aproveitamento da madeira.

Na Obra C inicialmente eles usavam desmoldante nas fôrmas, mas com a transferência das fôrmas de um pavimento para o outro e a nova mão de desmoldante o material começou a deixar resíduos no concreto após a desforma, o concreto dificultava a aderência do chapisco e do reboco. Esse fator levou a construtora a deixar de usar o desmoldante. O não uso de desmoldante acarretou uma maior perda. Mas, em uma análise custo-benefício, percebeu-se que as despesas com a perda de chapas seriam menor do que se mantivesse o uso de desmoldantes e tivessem problemas com o concreto.

As visitas às obras para entrevistas e o acompanhamento das obras também propiciaram a visualização de que em algumas obras é desconsiderado o aproveitamento da madeira na hora da compra do produto. Também, que a mesma é feita sem qualquer especificação, considerando-se apenas a questão do custo imediato, se adquire material de baixa qualidade, que após apenas uma utilização precisa ser descartada.

Se observou ainda, que em algumas obras não há preocupação com a correta separação para descarte, o que gera grande acúmulo de entulho, como mostrado na Figura 18.



Figura 18 - Entulho de madeira
Fonte: Acervo próprio (2018).

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O gráfico 1 apresenta uma comparação das Obras A, B e C em relação ao percentual de acréscimo dos custos de madeira em cada edificação devido às perdas encontradas. É possível perceber que, com exceção da Obra B, as demais apresentaram acréscimos superiores a 8%, valor adotado como aceitável pelas empresas que realizaram os orçamentos das obras estudadas no que diz respeito a perda com madeira. Como houve a adoção de apenas um aproveitamento dos insumos na produção das fôrmas na Obra B, já era esperado o percentual reduzido de acréscimo.

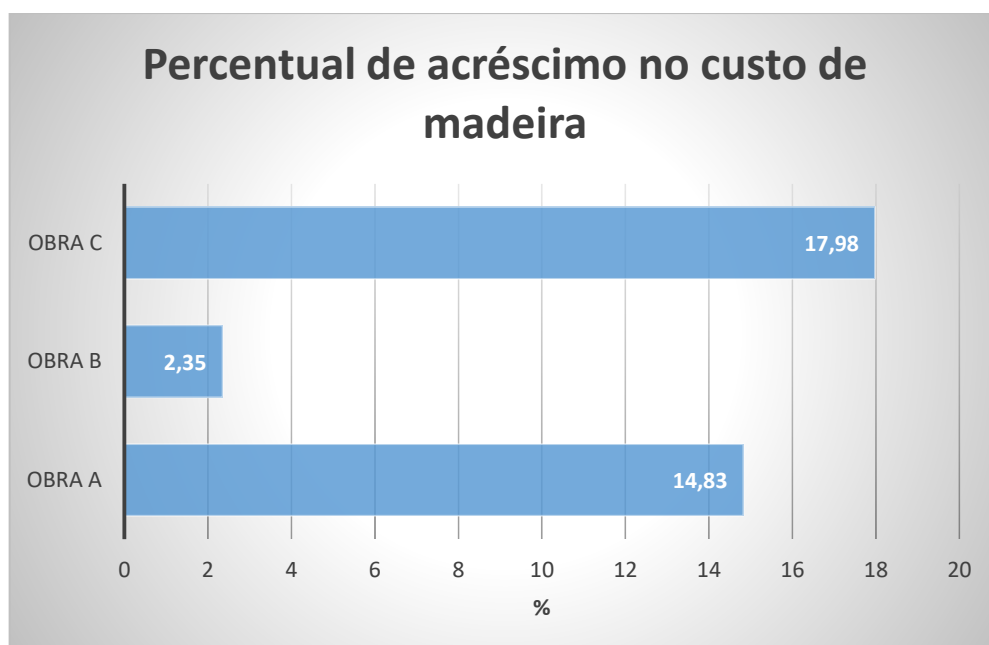


Gráfico 1 - Percentual de acréscimo no custo de madeira
Fonte: Autoria própria, 2018.

Nas obras analisadas foi possível perceber que as maiores perdas são de tábuas e chapas de compensado, obteve-se percentual de perda de 21,38% se tratando de tábua 2,5x15cm na Obra A, e 32,95% de perda de chapas de compensado 12mm na Obra C.

O trabalho possibilitou visualizar que nem sempre a obra com maiores índices de perda de insumo e maior acréscimo nos custos de madeira devido a estas perdas, será a obra com maior custo por metro quadrado de obra. Os valores em reais gastos com madeira para fôrma em relação ao metro quadrado de obra são apresentados no Gráfico 2.

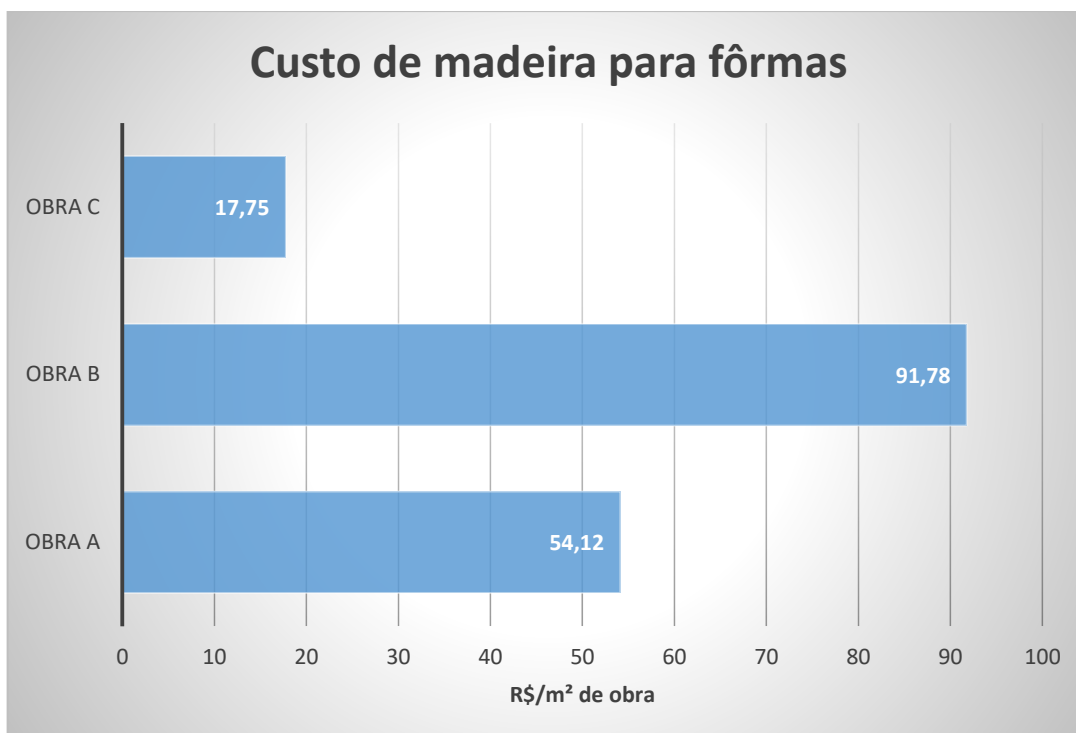


Gráfico 2 - Custo em R\$ de madeira para fôrma por metro quadrado de obra
Fonte: Autoria própria, 2018.

A percepção que se teve no estudo foi a de que a falta de integração entre o setor de desenvolvimento de projeto e o de planejamento operacional, ocorrido no canteiro, dificultam o controle geral do empreendimento. Em geral, não se tem conhecimento dos processos que geram maior perda de madeira, nem dos percentuais reais de perda de material ocorridos nos canteiros de obra.

5.5 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a implementação de um sistema de controle de perdas de material nos canteiros de obra, onde são registradas as deficiências de entrega, os materiais perdidos por uso incorreto e as substituições feitas, para que se gere um banco de dados na empresa que possibilite identificar as medidas cabíveis a serem tomadas para reduzir as perdas evitáveis. Tais dados devem ser repassados também aos responsáveis pelo canteiro de obra, tendo em vista que esses apresentam dificuldade em aceitar um sistema de controle de perda justamente por não terem acesso a real vantagem de sua aplicação.

Quanto à perda devido ao número de aproveitamento, sugere-se que ao se adotar maiores números de aproveitamento, seja elaborado um projeto que contemple o maior número de repetições de peças estruturais. Também é preciso que seja levada em conta a qualidade do material a ser adquirido e também que ocorra o preparo do pessoal que vai produzir as fôrmas e realizar a desforma, para que não se perca material devido a erros de corte e descuidos na desmontagem.

Com respeito à perda de madeira na montagem das fôrmas no próprio canteiro de obras, nota-se a falta de um projeto detalhado das fôrmas para auxiliar nos planos de corte da madeira, reduzindo os percentuais de perdas encontrados.

Em relação à armazenagem dos insumos de madeira, deve-se priorizar a compra conforme o andamento da obra, para que não se tenha grandes quantidades de estoque. Se possível, deve-se destinar um local protegido de intempéries, próximo ao local de montagem das fôrmas, facilitando os deslocamentos. Ressalta-se a importância da separação e a correta armazenagem dos resíduos de cortes e também dos materiais de desforma, para que os mesmos possam ser reutilizados.

Os resultados são referentes apenas as perdas na produção, montagem e desforma das fôrmas. Os índices de perdas sofreriam alterações caso se tratasse da obra como um todo, pois seriam considerados a destinação a outros processos e também as quantidades de resíduos, tornando-os mais precisos. Seria necessário um estudo detalhado a fim de estimar as perdas evitáveis (desperdícios) e inevitáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo inicial de proporcionar maior conhecimento acerca da perda de madeira em obras de construção civil foi atingido. Para tanto, foram analisadas as incidências de perdas e suas principais causas na produção das fôrmas de madeira. O pequeno número de amostras não pode representar todo o ramo da construção civil, mas contribui para a composição de dados sobre perdas de insumos.

Através dos resultados obtidos foi possível observar que diferentes obras apresentam índices distintos de perdas para um mesmo insumo. Mas todas as obras analisadas apresentam valores significativos de perdas. O acréscimo médio foi de 11,72% no custo de madeira na produção das fôrmas, obtendo-se um máximo de 17,98% na Obra C. Ao levar em conta que todo insumo a ser utilizado apresente algum índice de perda, a somatória de custos finais torna o empreendimento menos competitivo no mercado e a margem de lucro do investidor menor.

Os grandes responsáveis pelas perdas de madeira foram a consideração de um número elevado de aproveitamentos na elaboração do orçamento dos empreendimentos, sendo este número maior do que o realmente empregado nos canteiros de obra e a falta de organização e separação da madeira que resta dos cortes na montagem das fôrmas e após a desforma.

Medidas simples que deixam de ser tomadas dentro do canteiro de obra acarretam em perdas evitáveis de madeira, e demonstram a falta de preocupação que muitos operários e gestores têm com a perda de material, por considerá-la normal ao setor. Ressalta-se então a relevância de reaproveitar na própria obra os resíduos de madeira.

Salienta-se que os valores de perda encontrados englobam tanto as perdas diretas quanto indiretas. Ou seja, nem sempre essas perdas são evitáveis, e somente um estudo adicional poderia definir a porcentagem de desperdício de madeira nas obras estudadas.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 7678:1983** - Segurança na execução de obras e serviços de construção.

_____ **NBR 8950:1985** - Indústria da Construção.

_____ **NBR 9531:1986** – Chapas de madeira compensada – Classificação.

_____ **NBR 9532:1986** – Chapas de madeira compensada – Especificações.

_____ **NBR 7190:1997** – Projeto de estruturas de madeira.

_____ **NBR 15696:2009** - Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

AGOPYAN, Vahan et al. Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. In: FORMOSO, Carlos Torres; INO, Akemi. Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. **Coletânea Habitare**, v 2. Cap. 10. p. 224-249.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; FREIRE, Tomas Mesquita. **Tecnologia e Gestão de Sistemas Construtivos de Edifícios**. São Carlos, UFSCar, 2004-

ASSAHI, Paulo Nobuyoshi. Sistema de fôrmas de madeira para concreto aparente. *In*: Simpósio de Aperfeiçoamento em tecnologia do concreto, 6. **Anais**. São Paulo, 1989.

CARNEIRO, Alex P. et al. **Caracterização do Entulho de Salvador visando a produção de agregado reciclado**. Texto técnico do Grupo de Estudos em materiais de Construção DCTM – Escola Politécnica – UFBA, Salvador, 2000.

CERF – CIVIL ENGINEERING RESEARCH FOUNDATION. **A construção e o meio ambiente**. 2007.

DER - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Especificação Técnica: Cimbramento das estruturas de Concreto**. São Paulo, 2007. 6 p. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-C00-003_A.pdf>. Acesso em 28 out. 2017.

ESPÓSITO, Sidnei Sérgio. **O uso da madeira na Arquitetura: Século XX e XXI**. 2007. 341 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

FAJERSZTAJN, Hermes. **Formas para concreto armado**: aplicação para o caso do edifício. 1987. 247 p. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

FARAH, Marta Ferreira Santos. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. 1992. 297 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em

Sociologia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FORMOSO, C. T. et al. Perdas na Construção Civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. **Téchne**. n.23, p.30-33, jul/ ago, 1996.

FRANCHI, DE CESARE, Claudia; SOIBELMAN, Lúcio e FORMOSO, Carlos Torres. As Perdas de Materiais na Indústria da Construção Civil. In: II Seminário de Qualidade da Construção Civil. **Anais**. Porto Alegre, UFRGS-NORIE, 1993.

FREITAS, Ediane N. G. de Oliveira. Desperdícios na construção civil: caminhos para sua redução. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 6. Rio de Janeiro, 1995. **Anais**. Rio de Janeiro, 1995. p.167-172.

JOHN, Vanderley M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**: Projeto entulho bom. Salvador: Editora da UFBA, 2001. Cap. 1. p. 26-45.

LATELME, Elvira Maria Vieira. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MARANHÃO, George Magalhães. **Fôrmas para concreto**: Subsidio para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97. 2000. 220 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

MARANHÃO, George Magalhães; LAHR, Francisco Antonio Rocco. Fôrmas para concreto: Subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97. **Madeira: Arquitetura e Engenharia**, São Carlos, v. 5, p.39, 2001. Quadrimestral. Disponível em: <<http://madeira.set.eesc.usp.br/article/viewFile/437/pdf>>. Acesso em: 26 set. 2018.

MORIKAWA, Mauro Satoshi. **Materiais Alternativos Utilizados em Fôrmas para Concreto Armado**. 2003. 121 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

NAZAR, Nilton. **Fôrmas e escoramentos para edifícios**: critérios para o dimensionamento e escolha do sistema. São Paulo: Pini 2007.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 473 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PAESE, Michelle Cristine Bonatto. **Análise de sistemas construtivos em madeira implantados na região de Curitiba - Paraná**. 2012. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michéle. **Estruturas de Madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

SALGADO, Júlio Cesar Pereira. **Técnicas e Práticas construtivas Para Edificações**. 2. ed. São Paulo: ÉRICA, 2009.

SANTOS, Aguinaldo dos et al. **Método de intervenção para a redução de perdas na construção civil**: manual de utilização. Porto Alegre. SEBRAE/RS, 1996. 103p.

SKOYLES, E. R. **Materials wastage**: a misuse of resources. Batiment International, Building Research and Practice, p.232-243. 1976. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613217608550498>>. Acesso em: 15 de nov. de 2017.

SKOYLES, E.R.; SKOILES, J. **Waste prevention on site**. London: Mitchell, 1987.

SOBRAL, Leonardo et al. **Acertando o Alvo 2**: Consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

SOIBELMAN, Lúcio. **As perdas de materiais na construção de edificações**: sua incidência e seu controle. 1993. 142 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de et al. Diagnósticos e Combate à Geração de Resíduos na Produção de Obras de Construção de Edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p.33-46, 2004. Trimestral.

STAMATO, Guilherme Corrêa. **Ligações em estruturas de Madeira Composta por chapas de Madeira Compensada**. 2002. 137 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

VARGAS, C. et al. Avaliação de perdas em obras – aplicação de metodologia expedita. In: 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Gramado. **Anais**. Gramado, 1997. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3310.PDF>. Acesso em: 10 de out. de 2017.

ZENID, Geraldo José. **Identificação e grupamento das madeiras serradas empregadas na construção civil habitacional na cidade de São Paulo**. 1997. 169 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 - ENTREVISTA

1. Nome
2. Idade
3. A quanto tempo atua na construção civil?
4. Vocês trabalham com contratações por carteira de trabalho, contrato por obra ou por dia?
5. Existe algum cuidado com a perda de madeira nas obras onde atua? Qual?
6. São usadas somente formas e escoras de madeiras nas obras que atuam?
7. Qual os tipos de madeira mais utilizados nas obras onde atuam?
8. É usado desmoldante nas formas para facilitar a desforma? Qual o motivo do uso ou não do mesmo?
9. A produção das formas é feita dentro do canteiro da obra?
10. Em média quantas vezes vocês reaproveitam as formas ou a madeira das mesmas?
11. Vocês transportam as formas de maneira completa sem modifica-los de uma laje para outra? Sem retrabalhos no painel? No caso de pavimento tipo.
12. O que em geral é feito com a madeira ao final da obra ou do uso destinado?
13. Na fabricação de um painel de novas dimensões é reaproveitado o material ou já é diretamente buscado o novo?
14. Como é feita as ligações entre os painéis? Uso de pregos, pregos duas cabeças ou algum tipo de conector?

ANEXO 2 – DADOS OBRA A

Tabela 9 - Orçamento detalhado de madeira para fôrmas - Obra A

ORÇAMENTO DETALHADO DE MADEIRA PARA FÔRMAS - OBRA A						
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR						
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	COEFICIENTE	QUANTIDADE	PREÇO MERCADO	VALOR R\$
1	Fôrmas e Escoras					
1.1	Fôrmas de madeira para sapatas	M²		23,94		R\$ 205,77
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	1,249	29,90	R\$ 0,69	R\$ 20,63
Insumo	Tábua de madeira 2,5x30 cm	m ²	0,433	10,37	R\$ 17,86	R\$ 185,14
1.2	Fôrmas de madeira para vigas	M²		87,26		R\$ 720,51
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	1,199	104,62	R\$ 0,69	R\$ 72,19
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	0,416	36,30	R\$ 17,86	R\$ 648,32
1.3	Fôrmas de madeira para pilares	M²		66,30		R\$ 800,35
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	0,899	59,60	R\$ 0,69	R\$ 41,13
Insumo	Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	1,066	70,68	R\$ 2,65	R\$ 187,29
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	0,483	32,02	R\$ 17,86	R\$ 571,93
1.4	Fôrmas de compensado para lajes	M²		172,60		R\$ 5.607,91
Insumo	Compensado plastificado 12mm	m ²	1,250	215,75	R\$ 17,97	R\$ 3.877,03
Insumo	Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	0,866	149,47	R\$ 2,65	R\$ 396,10
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	0,433	74,74	R\$ 17,86	R\$ 1.334,78
1.5	Escoramento para lajes e vigas	M²		172,60		R\$ 2.411,39
Insumo	Escoras de eucalipto ø10cm	m	3,400	586,84	R\$ 1,89	R\$ 1.109,13
Insumo	Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	1,100	189,86	R\$ 2,65	R\$ 503,13

Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	1,000	172,60	R\$ 0,69	R\$ 119,09
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x15 cm	m	2,000	345,20	R\$ 1,97	R\$ 680,04
TOTAL						R\$ 9.745,93

Os preços são referências SINAPI/SC do mês de setembro/2018

OBS: OS COEFICIENTES LEVARAM EM CONTA QUE OS ELEMENTOS COM EXCESSÃO DOS COMPENSADOS E ESCORAS TERIAM TRÊS APROVEITAMENTOS

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 10 - Valores detalhados em reais de QMT e QMR – Obra A

RESUMO DE VALORES MADEIRA - OBRA A								
INSUMO	UNID.	QMT			QMR			
		QUANTIDADE	PREÇO DE MERCADO	VALOR R\$	QUANTIDADE	PREÇO DE MERCADO	VALOR R\$	
Escoras de eucalipto	m	586,84	R\$ 1,89	R\$ 1.109,13	618,80	R\$ 1,89	R\$ 1.169,53	
Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	410,01	R\$ 2,65	R\$ 1.086,52	432,00	R\$ 2,65	R\$ 1.144,80	
Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x5 cm	m	366,73	R\$ 0,69	R\$ 253,04	378,00	R\$ 0,69	R\$ 260,82	
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	345,20	R\$ 1,97	R\$ 680,04	419,00	R\$ 1,97	R\$ 825,43	
Tábua de madeira 2,5x30cm	m²	153,42	R\$ 17,86	R\$ 2.740,17	185,40	R\$ 17,86	R\$ 3.311,24	
Compensado plastificado 12mm	m²	215,75	R\$ 17,97	R\$ 3.877,03	249,26	R\$ 17,97	R\$ 4.479,20	
TOTAL				R\$ 9.745,93	TOTAL			R\$ 11.191,03

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 11 – Resumo notas de compra de madeira - Obra A

RESUMO NOTAS DE COMPRA		
MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE
Sarrafo de pinho 2,5x5 cm	m	378,0
Tábua de madeira 2,5x30 cm	m²	185,4
Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	432,0

Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	419,0
Compensado plastificado 12mm	chapas	103,0
Escoras de eucalipto \varnothing 10cm 3,4m.	und.	182,0

Fonte: Aatoria própria (2018).

ANEXO 3 – DADOS OBRA B

Tabela 12 - Orçamento detalhado de madeira para fôrmas - Obra B

ORÇAMENTO DETALHADO DE MADEIRA PARA FÔRMAS - OBRA B						
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR						
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	COEFICIENTE	QUANTIDADE	PREÇO MERCADO	VALOR R\$
1	Fôrmas e Escoras					
1.1	Fôrmas de madeira para fundações	M²		32,56		R\$ 871,97
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	3,750	122,10	R\$ 0,95	R\$ 116,00
Insumo	Tábua de madeira 2,5x30 cm	m ²	1,300	42,33	R\$ 17,86	R\$ 755,98
1.2	Fôrmas de madeira para vigas	M²		63,50		R\$ 1.634,81
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	3,600	228,60	R\$ 0,95	R\$ 217,17
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	1,250	79,38	R\$ 17,86	R\$ 1.417,64
1.3	Fôrmas de madeira para pilares	M²		42,12		R\$ 1.556,00
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	2,700	113,72	R\$ 0,95	R\$ 108,04
Insumo	Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	3,200	134,78	R\$ 2,65	R\$ 357,18
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	1,450	61,07	R\$ 17,86	R\$ 1.090,78
1.4	Fôrmas de compensado para lajes	M²		146,70		R\$ 7.712,09
Insumo	Compensado plastificado 12mm	m ²	1,250	183,38	R\$ 17,97	R\$ 3.295,25
Insumo	Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	2,600	381,42	R\$ 2,65	R\$ 1.010,76
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	1,300	190,71	R\$ 17,86	R\$ 3.406,08
1.5	Escoramento para lajes e vigas	M²		146,70		R\$ 2.087,69
Insumo	Escoras de eucalipto ø10cm	m	3,400	498,78	R\$ 1,89	R\$ 942,69
Insumo	Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	1,100	161,37	R\$ 2,65	R\$ 427,63
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	1,000	146,70	R\$ 0,95	R\$ 139,37
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x15 cm	m	2,000	293,40	R\$ 1,97	R\$ 578,00

TOTAL	R\$ 13.862,56
OBS: OS COEFICIENTES LEVARAM EM CONTA APROVEITAMENTO ÚNICO DOS INSUMOS.	

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 13 - Valores detalhados em reais de QMT e QMR – Obra B

RESUMO DE VALORES MADEIRA - OBRA B								
INSUMO	UNID.	ORÇADOS			NOTAS			
		QMT	PREÇO DE MERCADO	VALOR R\$	QMR	PREÇO DE MERCADO	VALOR R\$	
Escoras de eucalipto	m	498,78	R\$ 1,89	R\$ 942,69	510,00	R\$ 1,89	R\$ 963,90	
Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	677,57	R\$ 2,65	R\$ 1.795,57	684,00	R\$ 2,65	R\$ 1.812,60	
Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	611,12	R\$ 0,95	R\$ 580,57	618,00	R\$ 0,69	R\$ 426,42	
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	293,40	R\$ 1,97	R\$ 578,00	297,00	R\$ 1,97	R\$ 585,09	
Tábua de madeira 2,5x30cm	m²	373,49	R\$ 17,86	R\$ 6.670,48	390,00	R\$ 17,86	R\$ 6.965,40	
Compensado plastificado 12mm	m²	183,38	R\$ 17,97	R\$ 3.295,25	191,18	R\$ 17,97	R\$ 3.435,50	
TOTAL				R\$ 13.862,56	TOTAL			R\$ 14.188,91

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 14 - Resumo notas de compra de madeira - Obra B

RESUMO NOTAS DE COMPRA		
MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE
Sarrafo de pinho 2,5x5 cm	m	618
Tábua de madeira 2,5x30 cm	m²	390
Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	684
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	297
Compensado plastificado 12mm	chapas	79
Escoras de eucalipto Ø10cm 3,4m.	und.	150

Fonte: Autoria própria (2018).

ANEXO 4 – DADOS OBRA C

Tabela 15 - Orçamento detalhado de madeira para fôrmas - Obra C

ORÇAMENTO DETALHADO DE MADEIRA PARA FÔRMAS - OBRA C						
EDIFÍCIO MISTO - COMERCIAL E RESIDENCIAL						
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	COEFICIENTE	QUANTIDADE	PREÇO MERCADO	VALOR R\$
1	FÔRMAS E ESCORAS					
FUNDAÇÕES						
1.1	Fôrmas de madeira para fundação	M²		368,90		R\$ 1.238,30
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	0,469	173,01	R\$ 0,95	R\$ 164,36
Insumo	Tábua de madeira 2,5x30 cm	m ²	0,163	60,13	R\$ 17,86	R\$ 1.073,93
PAVIMENTO TÉRREO E PAVIMENTOS TIPO						
1.2	Fôrma para pilares	M²		1062,40		R\$ 6.442,85
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	1,025	1088,96	R\$ 0,95	R\$ 1.034,51
Insumo	Compensado plastificado 12mm	m ²	0,169	179,55	R\$ 17,97	R\$ 3.226,43
Insumo	Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	0,775	823,36	R\$ 2,65	R\$ 2.181,90
1.3	Fôrmas para vigas	M²		3065,40		R\$ 10.136,51
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	0,125	383,18	R\$ 0,95	R\$ 364,02
Insumo	Tábua de madeira 2,5x15cm	m	0,250	766,35	R\$ 1,97	R\$ 1.509,71
Insumo	Compensado plastificado 12mm	m ²	0,150	459,81	R\$ 17,97	R\$ 8.262,79
1.4	Fôrmas para lajes	M²		2753,84		R\$ 18.108,56
Insumo	Compensado plastificado 12mm	m ²	0,156	429,60	R\$ 17,97	R\$ 7.719,89
Insumo	Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	0,325	895,00	R\$ 2,65	R\$ 2.371,74
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	0,163	448,88	R\$ 17,86	R\$ 8.016,92
1.5	Fôrmas para escada	M²		69,39		R\$ 730,12
Insumo	Compensado plastificado 12mm	m ²	0,150	10,41	R\$ 17,97	R\$ 187,04
Insumo	Pontaletes pinho 3ª 3x3"	m	1,100	76,33	R\$ 2,65	R\$ 202,27
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x30 cm	m ²	0,275	19,08	R\$ 17,86	R\$ 340,81

1.6	Escoramento para lajes e vigas	M ²		416,68		R\$ 5.929,77
Insumo	Escoras de eucalipto ø10cm	m	3,400	1416,71	R\$ 1,89	R\$ 2.677,59
Insumo	Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	1,100	458,35	R\$ 2,65	R\$ 1.214,62
Insumo	Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	1,000	416,68	R\$ 0,95	R\$ 395,85
Insumo	Tábua de madeira pinus 2,5x15 cm	m	2,000	833,36	R\$ 1,97	R\$ 1.641,72
TOTAL						R\$ 42.586,12

Os preços são referências do mês de setembro/2018

OBS: OS COEFICIENTES LEVARAM EM CONTA APROVEITAMENTO DE 8 VEZES PARA TODOS OS INSUMOS.

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 16 - Valores detalhados em reais de QMT e QMR – Obra C

RESUMO DE VALORES MADEIRA - OBRA A							
INSUMO	UNID.	ORÇADOS			NOTAS		
		QMT	PREÇO DE MERCADO	VALOR R\$	QMR	PREÇO DE MERCADO	VALOR R\$
Escoras de eucalipto	m	1416,71	R\$ 1,89	R\$ 2.677,59	1649,00	R\$ 1,89	R\$ 3.116,61
Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	2253,04	R\$ 2,65	R\$ 5.970,54	2304,00	R\$ 2,65	R\$ 6.105,60
Sarrafo de pinho 3ª construção 2,5x7,5 cm	m	2061,83	R\$ 0,95	R\$ 1.958,74	2085,00	R\$ 0,95	R\$ 1.980,75
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	1599,71	R\$ 1,97	R\$ 3.151,43	1650,00	R\$ 1,97	R\$ 3.250,50
Tábua de madeira 2,5x30cm	m ²	528,09	R\$ 17,86	R\$ 9.431,67	560,00	R\$ 17,86	R\$ 10.001,60
Compensado plastificado 12mm	m ²	1079,36	R\$ 17,97	R\$ 19.396,16	1435,06	R\$ 17,97	R\$ 25.788,03
				TOTAL	R\$ 42.586,12		
						TOTAL	R\$ 50.243,09

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 17 – Resumo notas de compra de madeira - Obra C

RESUMO NOTAS DE COMPRA		
MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE
Sarrafo de pinho 2,5x5 cm	m	2085
Tábua de madeira 2,5x30 cm	m ³	14,0
Pontalete pinho 3ª 3x3"	m	2304
Tábua de madeira 2,5x15 cm	m	1650
Compensado plastificado 12mm	chapas	593
Escoras de eucalipto ø10cm 3,4m.	und.	485

Fonte: Autoria própria (2018).