

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

BRUNO CHIARAMONTI

**PROPOSIÇÃO DE UM *CHECKLIST* DE
ACOMPANHAMENTO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS
HABITACIONAIS EM *WOOD-FRAME***

Itapeva - SP
2012

BRUNO CHIARAMONTI

**PROPOSIÇÃO DE UM *CHECKLIST* DE
ACOMPANHAMENTO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS
HABITACIONAIS EM *WOOD-FRAME***

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira

Orientador: Prof. Dra. Juliana Cortez Barbosa.

Itapeva - SP
2012

Chiaramonti, Bruno.
C532p Proposição de um checklist de acompanhamento de processos
construtivos habitacionais em wood-frame / Bruno Chiaramonti – –
Itapeva, SP, 2012
98 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Industrial Madeireira)
- Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Itapeva,
2012
Orientador: Prof.^a Dr.^a Juliana Cortez Barbosa
Banca examinadora: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi; Prof.^a Dr.^a
Glauca Aparecida Prates.
Inclui bibliografia

1. Estruturas de madeira (Construção civil) - Projetos e construção.
2. Casas de madeira. 3. Habitações. I.Título. II. Itapeva - Curso de
Engenharia Industrial Madeireira.

CDD 694.1

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

**PROPOSIÇÃO DE UM *CHECKLIST* DE
ACOMPANHAMENTO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS
HABITACIONAIS EM *WOOD-FRAME***

BRUNO CHIARAMONTI

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO PARTE REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
GRADUADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL
MADEIREIRA

Prof. Dr. José Cláudio Caraschi
Coordenador de Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Juliana Cortez Barbosa.
Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Antonio Francisco Savi
Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof.^a Dr.^a Glaucia Aparecida Prates
Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Dedico este trabalho aos meus pais Carlos e
Silvana e ao meu grande amigo José Augusto

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a instituição UNESP, por me proporcionar o ensino desde o CTI, da FEB, até a graduação em engenharia.

Agradeço meus pais, Carlos Antonio Chiaramonti e Silvana Sueli Nobrega Chiaramonti, por me apoiarem e me suportarem durante meus estudos.

Aos meus irmãos, Aline Chiaramonti e André Chiaramonti, por compartilharem comigo bons e maus momentos.

Agradeço a professora e a pessoa Juliana Cortez Barbosa, pelo apoio e suporte durante minha graduação.

Agradeço aos meus velhos amigos José Augusto Polete Lemos de Almeida e William Hiroshi Otani Awaji, pelas discussões, estudos e amizade.

Ao meu cachorro Dexter.

E obrigado a minha namorada Camila Manzano Delcorso Bandini, por no fim da faculdade ficar e enfrentar comigo os problemas do fim do curso.

Obrigado a todos.

RESUMO

A necessidade de habitações no Brasil é muito grande, e apesar de esforços governamentais para solucionar essa questão, o déficit habitacional é muito grande. Quando se analisa mercados sem esse problema, conclui-se que um dos fatores que influenciam para isso é o modelo de construção civil adotado pela sociedade brasileira que é em alvenaria. Como alternativa, pode ser utilizado o sistema construtivo em *Wood-frame*. Para a aplicação desse sistema no Brasil, pode-se afirmar que a mão de obra e os insumos disponíveis atendem a demanda que seria criada, em um curto período de adaptações e capacitações, no entanto identifica-se como um dos maiores problemas o planejamento e o gerenciamento das obras. E uma das ferramentas para a solução desse problema é a utilização de um checklist das atividades do processo construtivo, evitando-se o esquecimento ou não conhecimento das atividades necessárias para a conclusão do projeto.

Palavras-chaves: 1. *Checklist*. 2. Acompanhamento de Processo 3. Estruturas de madeira (Construção civil).

ABSTRACT

The need for housing in Brazil is very large, and despite government efforts to address this issue, the housing deficit is too large. When analyzing markets without this problem, it is concluded that one of the factors that influence this model is the construction adopted by Brazilian society that is in masonry. Alternatively, the system can be used in constructive Wood-frame. To apply this system in Brazil, one can say that the workmanship and the materials available to meet the demand would be created in a short period of adjustments and capabilities, but identifies himself as one of the biggest problems the planning and management of works. And one of the tools for solving this problem is to use a checklist of the activities of constructive process, avoiding forgetting or not aware of the activities necessary to complete the project.

Keywords: 1. Checklist. 2. Monitoring of Process 3. Wooden Structures (Construction).

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Valores de participação no PIB e crescimento da construção civil no Brasil. (Valor Acrescentado Bruto a preços base).....	15
Figura 02 - Saldo anual de empregos na construção civil.	16
Figura 03 - Saldo anual dos empregos no mês de janeiro.	17
Figura 04 - <i>Checklist</i> divulgado pelo governo americano com os documentos que devem ser preenchidos para o encerramento de empresas.	20
Figura 05 - Ciclo PDCA/SDCA	22
Figura 06 - Direções da madeira em relação à direção das fibras.	27
Figura 07 - Direções longitudinal (L), tangencial (T) e radial (R) apresentadas em um bloco de madeira serrada.....	27
Figura 08 - Possíveis defeitos gerados pela retração das peças de madeira de acordo com a posição da madeira no tronco.....	29
Figura 09 – Empenamentos na madeira serrada.	29
Figura 10 - Foto de incêndio onde uma estrutura de madeira e aço estavam expostos sobre as mesmas condições.....	31
Figura 11 - Principais defeitos na madeira que influenciam na utilização da mesma como elemento estrutural. a) Nós; b) Fendas - 1. Periféricas - 2. 3. 4. No cerne; c) Ventas - 1. Parcial - 2. Completa; d) Abaulamento; e) Arqueamento; f) Fibras reversas; g) Quina morta; h) Empenamento.	34
Figura 12- Cronograma médio da construção de casas em wood-frame no Canadá, detalhando o tempo gasto em cada etapa de construção.	38
Figura 13 – Peças de madeira serrada, 2x4, 2x6 e 2x12, e placas de OSB.	39
Figura 14 - Proteção da madeira na chegada ao canteiro de obra.	40
Figura 15 - Modelo 3D do projeto arquitetônico.	43
Figura 16 – Planta e detalhes de obra de <i>wood-frame</i> americano.	45
Figura 17 – Ilustração de fundação em Radier.....	50
Figura 18 – Ilustração de fundação em Sapata Corrida.	50
Figura 19 - Colocação e posição das barras de ancoragem em sapata corrida.	51
Figura 20 - Ligação de peças de madeira com a fundação em radier.....	52
Figura 21 – Fixador de pós-cura do tipo fricção.	52
Figura 22 – Fixador de pós-cura do tipo químico.	53
Figura 23 – Fixador de pós-cura do tipo expansão.	53

Figura 24 - Montagem de estrutura em <i>wood-frame</i>	54
Figura 25 - Nomenclatura das peças de estruturas de <i>wood-frame</i>	55
Figura 26 - Nomenclatura de cada componente do <i>wood-frame</i>	56
Figura 27 - Cobertura da parede de <i>wood-frame</i> com OSB ou compensado.	57
Figura 28 - Ligação entre as paredes e os pisos.	58
Figura 29 – Tipos de pregos mais comuns utilizados na construção civil na Norte Americana.	59
Figura 30 – Pregos utilizados em obra de Wood-frame no Brasil.	60
Figura 31 - Tipos de treliça mais comuns.	60
Figura 32 - Treliças mais utilizadas nos Estados Unidos para a cobertura de residências.	61
Figura 33 - Instalações elétrica e hidráulica de residência em <i>wood-frame</i>	62
Figura 34 - Passagem de conduíte e encanamento nas peças da estrutura de framing.	63
Figura 35 – Manta reflexiva finalizada.	64
Figura 36 - Instalação do isolamento térmico/acústico.	64
Figura 37 - Acabamento externo em chapas cimentícia, não finalizado.	65
Figura 38 - Acabamento interno com gesso acartonado, não finalizado.	65
Figura 39 - Sequência do processo de construção de uma estrutura em <i>wood-frame</i>	70
Figura 40 - Mapa de relacionamento do processo de construção em <i>wood-frame</i>	72
Figura 41 - Diagrama de escopo e interface de processo do planejamento, utilizado para análise do processo de construção como um todo.	75
Figura 42 – Diagrama de escopo e interface de processo de fundação, utilizado para análise do processo de construção como um todo.	76
Figura 43 - Diagrama de escopo e interface de processo de pisos, paredes e cobertura, utilizado para análise do processo de construção como um todo.	77
Figura 44 - Diagrama de escopo e interface de processo de infraestrutura, utilizado para análise do processo de construção como um todo.	78
Figura 45 - Diagrama de escopo e interface de processo de acabamento, utilizado para análise do processo de construção como um todo.	79
Figura 46 - Gráfico de Pareto das responsabilidades das interfaces de construção.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Trabalhadores ativos e participação do setor de construção na mão de obra.....	17
Tabela 02 - Comparação de indicadores de sistemas construtivos.	21
Tabela 03 - Propriedades de alguns materiais utilizados na construção civil.....	25
Tabela 03 - Tabela com as estatísticas de construção do mercado canadense.	37
Tabela 05 - Tabela com o resumo de entradas por interface. Quantidade de entradas, porcentagem de acúmulo de entradas e responsabilidade de cada interface.....	80
Tabela 06 - <i>Checklist</i> de acompanhamento de construção em <i>wood-frame</i>	83

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	14
2.1.	Objetivos específicos	14
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1.	Dados econômicos.....	15
3.2.	Madeira e a construção civil	18
3.3.	Gerenciamento.....	18
3.3.1.	Checklist	19
3.3.2.	Indicadores	20
3.3.3.	Ciclo PDCA e SDCA	21
3.4.	Madeira	23
3.1.1.	Propriedades físicas da madeira	26
3.1.2.	Deterioração da madeira	30
3.1.3.	Defeitos da Madeira	32
3.2.	<i>Wood frame</i>	35
3.2.1.	Madeira e umidade nas obras de <i>wood-frame</i>	39
3.2.3.	Planejamento	41
3.2.4.	Terraplanagem, Escavação e compactação	47
3.2.5.	Fundação	48
3.2.6.	<i>Framing</i> e cobertura	53
3.2.7.	Hidráulica e elétrica	61
3.2.8.	Isolamento e barreiras vapor	63
3.2.9.	Acabamento externo	64
3.2.10.	Acabamento interno	65
3.2.11.	Finalização	66
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	67
4.1.	Processo <i>wood-frame</i>	67
4.2.	Mapa de relacionamento	71
4.3.	Diagrama de Escopo e Interface de Processo	74
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
6.	CONCLUSÃO.....	97
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

1. INTRODUÇÃO

A economia brasileira vem solidifica-se no mercado mundial e um dos principais setores economicos do Brasil é a construção civil, apesar disso, o pais ainda sofre com problemass habitacionais.

Nos países norte americanos o sistema cosntrutivo utilizado é o wood-frame, enquanto que no Brasil é a alvenaria. E esse sistema pode ser utilizado no Brasil como alternativa ao sistema atual.

O wood-frame é um sistema que tem como principal caracteristica ser estruturalmente composto por madeira serrada, e ser modular.

Para que a utilização do sistema seja possível no Brasil os conhecimentos gerenciais de obras dos engenheiros deve ser aprimorado.

Neste trabalho será apresentada uma proposta de *checklist* para ser utilizado para a verificação da execução de tarefas, reduzindo problemas e retrabalhos no processo de construção em *wood-frame*.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como principal objetivo definir e apresentar um *checklist* com a sequência e etapas de construção de obras de *wood-frame*, com intuito de auxiliar e facilitar a execução e acompanhamento do projeto. Dessa maneira, se obterá um produto conforme planejado.

2.1. Objetivos específicos

- Avaliar a sequência construtiva de edificações em *wood-frame*;
- Definir etapas chave do processo;
- Propor um *checklist* de acompanhamento que auxilie execução de residências em *wood-frame*;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Dados econômicos

A economia brasileira vem se fortalecendo a cada ano e um dos principais centros econômicos no país é a construção civil. Esta tem definido um crescimento interno grande e junto com seu crescimento carrega os investimentos em infraestrutura, logística e industrial. No ano de 2010, a construção civil e o mercado imobiliário foram responsáveis por 9,2% do PIB (Produto Interno Bruto) do país, e quando os investimentos no país são analisados, vê-se que a participação do setor na economia é de aproximadamente 40% de todo o montante (CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2010). Nota-se através da Figura 01, que segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), somente o setor da construção participou com 5,3% do PIB, em 2010, e que nesse mesmo ano a construção civil, que vinha de uma queda de crescimento devido à crise mundial de 2009, se recuperou e foi responsável por 11,6% de crescimento do PIB nacional.



Figura 01- Valores de participação no PIB e crescimento da construção civil no Brasil. (Valor Acrescentado Bruto a preços base)

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

Segundo o IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, o crescimento do PIB brasileiro em 2010 foi de 7,5%, portanto o crescimento da construção civil foi muito mais acentuado. Apesar disso, o país ainda sofre com um déficit de habitação relativamente grande, onde são necessárias 5,5 milhões de

moradias para equalizar o setor, sendo que 36,9% referentes à região sudeste. Além disso, 77,7% das famílias que precisam ser atendidas recebem até 3 salários mínimos (CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2010).

Dessa forma, o governo federal tem tomado medidas para a solução deste problema, como: a Lei 10.934 de 2004 que regulamenta o crédito bancário; o PAC Habitação (Plano de Aceleração do Crescimento) que tem como premissa garantir moradia de qualidade e maior abertura ao financiamento habitacional; e o programa Minha Casa Minha Vida que tem como objetivo atender exatamente as famílias que recebem até 3 salários mínimos (CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2010).

A Figura 02, mostra o saldo anual de empregos na construção civil, com os reflexos das 3 ações governamentais citadas. Enquanto a Figura 03, reflete o saldo de trabalhadores somente nos meses de janeiro de cada ano, pode-se comparar o setor da construção com os demais setores da economia brasileira e concluir que os efeitos da crise econômica mundial de 2008-2009 foi leve no setor da construção, isto quando comparada com os demais setores econômicos (CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2010).

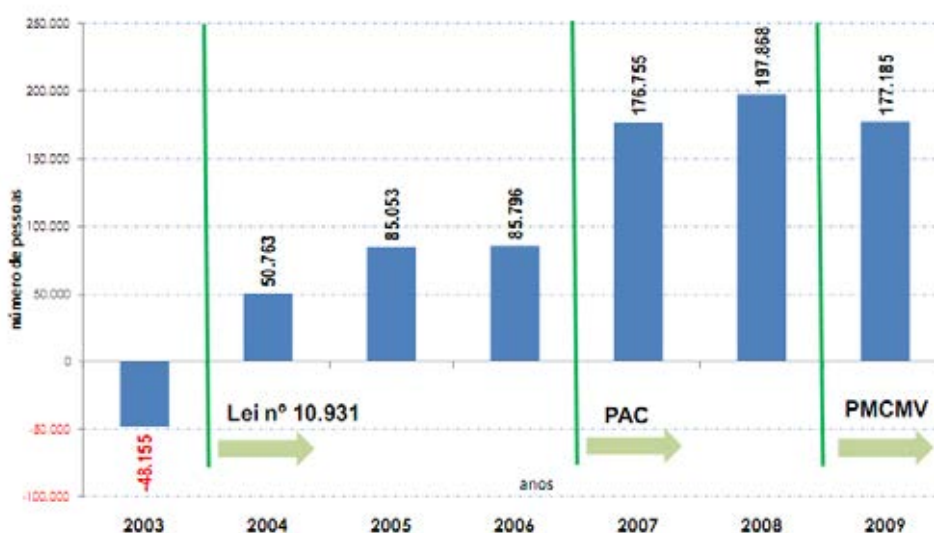


Figura 02 - Saldo anual de empregos na construção civil.

Fonte: Ministério do Trabalho. Elaboração Banco de Dados CBIC.



Figura 03 - Saldo anual dos empregos no mês de janeiro.

Fonte: Ministério do Trabalho. Elaboração Banco de Dados CBIC, 2008-2009.

O setor é responsável pelo emprego de mais de 10 milhões de pessoas, em 2005 eram mais de 5 milhões de pessoas no setor, ou seja, 6% dos trabalhadores ativos no país estavam empregados na construção, como demonstrado pela Tabela 01 (CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2010).

Tabela 01 - Trabalhadores ativos e participação do setor de construção na mão de obra.

RANKING ¹	PAÍS	TOTAL	CONSTRUÇÃO	PARTICIPAÇÃO
		(Em Milhares)	(Em Milhares)	TOTAL (%)
		TOTAL	TOTAL	
1°	EUA	141.730,00	11.197,00	8%
2°	Japão	63.560,00	5.680,00	9%
3°	Brasil*	88.245,00	5.613,70	6%
4°	México	40.791,80	3.181,10	8%
5°	Espanha	18.973,20	2.357,20	12%
6°	Nova Zelândia	18.973,20	2.357,20	12%
7°	Reino Unido	28.165,60	2.201,70	8%
8°	Itália	22.563,00	1.913,00	8%
9°	Canadá	16.169,70	1.012,40	6%
10°	Austrália	9.957,30	856,70	9%
11°	República Tcheca	4.764,00	459,00	0,1

* Fonte: Sistema de Contas Nacionais Brasil: 2000-2005, dados para 2004.

(1) Ranking pelo número total de ocupados no setor da Construção.

(...) Dado não disponível.

Fonte: Banco de Dados-CBIC

3.2. Madeira e a construção civil

E apesar da alta popularidade da alvenaria como sistema construtivo nacional, a maioria das coberturas de residências e edificações, de modo geral, são executadas em estruturas de madeira. Deve se considerar que a madeira tropical (Cambará Rosa, Peroba do Norte, etc.) ainda é a mais difundida no mercado e de maior confiança do consumidor, porém a maior fiscalização e maior exigência de responsabilidade ambiental do consumidor favorecem o consumo de espécies de reflorestamento, como Pinus e Eucalipto (ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2009).

3.3. Gerenciamento

Diferente de uma linha de produção que tem por objetivo ficar em funcionamento por tempo indeterminado, um projeto é um processo que necessita de esforço temporário para sua conclusão. Possui início, meio e fim, visando produzir um produto, bem ou serviço (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC., 2004).

Durante o processo de construção, utilizando o *wood-frame*, existe uma série de etapas e estágios que devem ser devidamente planejados, coordenados e executados pelo construtor (KESIK & LIO, 1997). Um projeto ocorre por elaboração progressiva, assim que uma etapa é finalizada, outra é iniciada, e ao término do projeto, a equipe é desfeita e realocada (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC., 2004). Dessa forma, podemos afirmar que o projeto de uma casa em *wood-frame* é formada por diversos sub-projetos que tem por objetivo obter uma edificação em curto prazo e de alta qualidade.

Produtos industrializados proporcionam aos desenvolvedores e administradores um excelente controle, tanto de processo, como da mão-de-obra envolvida, esses produtos quando utilizados nas obras, não disponibilizam o mesmo controle nos canteiros de obra, reuniões e instruções verbais não são suficientes para garantir a liderança e bons resultados (NEWMAN, 1995).

Um projeto só pode ser considerado como um sucesso se ele atender a três necessidades, estar dentro do escopo, ser entregue no prazo, e não estourar o orçamento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC., 2004).

Quando temos metas, objetivos definidos, gerenciar é definir o porque dos não alcances de meta e atuar para a correção dos desvios (CAMPOS, 1994).

3.3.1. Checklist

Uma maneira de se organizar esforços, comunicar pontos chave e garantir execução de tarefas é o *checklis* (GAWANDE, 2009).

Um *checklist* é uma sequência de itens listados e agrupados que deve ser verificados e/ou executados na sequência colocada, de forma que com o *checklist* evistasse esquecimento ou desconhecimento dos itens a serem avaliados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC., 2004). Dessa forma um *checklist* do processo de construção do *wood-frame* deve abordar todos os pontos chave do projeto para facilitar e esclarecer o acompanhamento/gerenciamento da obra, e assim garantir que ele fique dentro do escopo, seja entregue no prazo e cumpra o orçamento estabelecido pelo cliente.

Um *checklist* é uma ferramenta de informações utilizada para a redução de erros ocasionados pela limitação de memória e atenção humanas, auxiliando a garantir maior consistência e finalização de tarefas, ou seja, simplesmente lista o que deve ser executado (GAWANDE, 2009). Existem formas mais avançadas de se controlar execução de tarefas como planos de ação e cronogramas que definem quem, quando e como, porém o acompanhamento de tarefas mais básico e inicial é o *checklist* (GAWANDE, 2009).

Um checklist deve apresentar uma listagem com uma pequena caixa de marcação a esquerda da tarefa, e uma marcação nessa caixa deve ser executada quando a tarefa for executada (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC., 2004).

A Figura 04, apresenta um *checklist* que deve ser preenchido para o encerramento de empresas nos Estados Unidos.

Closing a Business Checklist

There are typical actions that are taken when closing a business. You must file an annual return for the year you go out of business. If you have employees, you must file the final employment tax returns, in addition to making final federal tax deposits of these taxes. Also attach a statement to your return showing the name of the person keeping the payroll records and the address where those records will be kept.

The annual tax return for a partnership, corporation, S corporation, limited liability company or trust includes check boxes near the top front page just below the entity information. For the tax year in which your business ceases to exist, check the box that indicates this tax return is a final return. If there are Schedule K-1s, repeat the same procedure on the Schedule K-1.

You will also need to file returns to report disposing of business property, reporting the exchange of like-kind property, and/or changing the form of your business. If you do not have a pre-printed envelope in which to send your taxes, refer to the [Where To File](#) page for a list of addresses. Below is a list of typical actions to take when closing a business, depending on your type of business structure:

Checklist

- **Make final federal tax deposits**
 - [Electronic Federal Tax Paying System \(EFTPS\)](#)
- **File final quarterly or annual employment tax form.**
 - [Form 940, Employer's Annual Federal Unemployment \(FUTA\) Tax Return](#) (PDF)
 - [Form 941, Employer's Quarterly Federal Tax Return](#) (PDF)
 - [Form 943, Employer's Annual Tax Return for Agricultural Employees](#) (PDF)
 - [Form 943-A, Agricultural Employer's Record of Federal Tax Liability](#) (PDF)
- **Issue final wage and withholding information to employees**
 - [Form W-2, Wage and Tax Statement](#) (PDF)
- **Report information from W-2s issued.**
 - [Form W-3, Transmittal of Income and Tax Statements](#) (PDF)
- **File final tip income and allocated tips information return.**
 - [Form 8027, Employer's Annual Information Return of Tip Income and Allocated Tips](#) (PDF)
- **Report capital gains or losses.**
 - [Form 1040, U.S. Individual Income Tax Return](#) (PDF)
 - [Form 1065, U.S. Partnership Return of Income](#) (PDF)
 - [Form 1120 \(Schedule D\), Capital Gains and Losses](#) (PDF)
- **Report partner's/shareholder's shares.**
 - [Form 1065 \(Schedule K-1\), Partner's Share of Income, Credits, Deductions, etc.](#) (PDF)
 - [Form 1120S \(Schedule K-1\), Shareholder's Share of Income, Credits, Deductions, etc.](#) (PDF)
- **File final employee pension/benefit plan.**
 - [Form 5500, Annual Return/Report of Employee Benefit Plan](#)
- **Issue payment information to sub-contractors.**
 - [Form 1099-MISC, Miscellaneous Income](#) (PDF)
- **Report information from 1099s issued.**
 - [Form 1096, Annual Summary and Transmittal of U.S. Information Returns](#) (PDF)
- **Report corporate dissolution or liquidation.**
 - [Form 966, Corporate Dissolution or Liquidation](#) (PDF)
- **Consider allowing S corporation election to terminate.**
 - [Form 1120S, Instructions](#) (PDF)
- **Report business asset sales.**
 - [Form 8594, Asset Acquisition Statement](#) (PDF)
- **Report the sale or exchange of property used in your trade or business.**
 - [Form 4797, Sales of Business Property](#) (PDF)

References/Related Topics

Figura 04 - Checklist divulgado pelo governo americano com os documentos que devem ser preenchidos para o encerramento de empresas.

Fonte: <http://www.irs.gov/businesses/small/>

3.3.2. Indicadores

Os indicadores podem ser tanto de verificação ou de controle, ou itens de controle e itens de verificação. Os itens de controle são características que necessitam de gerenciamento, sendo que só pode ser gerenciado o que é medido. Os itens de controle medem o fim do processo, o resultado final, ou seja, medem e definem os resultados dos processos (CAMPOS, 1994).

Os itens de verificação medem o meio do processo, são as variáveis que influenciam os itens de controle, os itens de verificação medem o desempenho do processo, sendo necessário conhecer a fundo o processo antes de defini-los (CAMPOS, 1994).

Os itens de verificação são ajustados, meio de processo, para impactarem nos resultados do itens de controle, fim de processo (CAMPOS, 1994).

Podemos comparar os indicadores de controle de diversos sistemas de construção, conforme demonstrado na Tabela 02.

Tabela 02 - Comparação de indicadores de sistemas construtivos.

	Construção Wood Frame	Pré-Fabricadas de Madeira	Pré-Moldada em concreto	Construção convencional
Agilidade no Processo				
Versatilidade				
Relação Custo X Benefício				
Cultura / Tradição				
Conforto				
Gestão da obra				
Acabamento				
Desempenho na Construção				
Desperdício de Materiais				
Manutenção				
Reformas / Ampliação				
Prazo de Execução				

Fonte: Folder comercial de empresa A, de *wood-frame*, localizada na cidade de Sorocaba/SP.

3.3.3. Ciclo PDCA e SDCA

Os ciclos PDCA e SDCA são ciclos gerenciais, o PDCA é o ciclo de melhoria, para atingir metas, enquanto o ciclo SDCA é o ciclo de manutenção das metas, onde os resultados são mantidos (CAMPOS, 1994).

O ciclo SDCA, de padronização, está inserido no ciclo PDCA, na etapa 7 de padronização (CAMPOS, 1994), como mostrado na Figura 05.

Sendo que o PDCA atua sobre os processos gerenciais e estratégicos e o ciclo SDCA é aplicado na operação, somente a operação dos processos que deve

ser traduzidas em rotina, uma vez que o objetivo desse ciclo é manter os resultados alcançados (CAMPOS, 1994).

O checklist de acompanhamento é uma ferramenta de padronização, com base nos processos ele é montado para se acompanhar a execução de tarefas operacionais (CAMPOS, 1994).



Figura 05 - Ciclo PDCA/SDCA

Fonte: www.indg.com.br

Dentro da etapa P, planejamento, podemos destacar, a análise de fenômeno que é a caracterização dos problemas identificados, a análise de processo que traduz-se em descobrir as causas dos problemas e o plano de ação que são as contramedidas propostas para a solução dos problemas identificados, reconhecidos e caracterizados (CAMPOS, 1994).

Para a identificação do problema e análise de fenômeno podemos utilizar as ferramentas de (CAMPOS, 1994):

- **Estratificação** – é o processo de classificação de dados em subgrupos baseados em características ou categorias, dividindo as informações em grupos.

- Gráfico de Pareto – É um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas, mostrando a curva de percentual acumulado.
- Mapa de Relacionamento – Apresenta a interrelação entre os processos com o ambiente exterior. Além de possibilitar a visão sistêmica do processo e o interrelacionamento essa ferramenta permite o entendimento do comportamento do projeto como um sistema, engloba três itens que o organograma não apresenta, o cliente, o produto e o fluxo de trabalho, permite a visão horizontal do projeto, ou seja, fornece a visualização de como o trabalho realmente é feito dentro de cada processo e facilita a identificação da cadeia de processos da organização.
- Diagrama de Escopo e Interface de Processo – Essa ferramenta possibilita verificação de cada entrada dos processos e quais interfaces são responsáveis pelas entregas. E após o processamento das entradas, analisam-se as saídas e para quais interfaces essas saídas são destinadas. Além disso, são apresentadas as interfaces de suporte e as interfaces de regulamentação do processo.

3.4. Madeira

A utilização de espécies de madeira provenientes de reflorestamento, além de ganhar notoriedade devido a sua procedência, se mostra vantajosa quando se analisa sua oferta e quando se observa que é um produto com maior homogeneidade, o que favorece a qualidade do produto final (treliças, vigas, pilares, e estruturas de madeira de modo geral) (ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2009).

As peças de madeira de serrarias de Pinus ou Eucalipto são melhor organizadas e de maior acesso. Isso se deve ao fato dessas serrarias trazerem a matéria-prima até sua planta industrial e não, como é feito na maioria de serrarias, que fazem a extração de madeira tropical, levar a serraria até a floresta. Outro fator que favorece as madeiras reflorestadas é a possibilidade de se utilizar processos de

secagem controlados aumentando os quesitos de qualidade relacionados a estruturas de madeira, ou seja, menor quantidade de empenamentos, encanoamentos ou trincas, rugosidade mais baixa, bons valores de resistência mecânica, etc (ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2009).

Sem a utilização da madeira a civilização, da maneira que conhecemos, não existiria, a madeira passou pelas eras da pedra, ferro, bronze, e sempre esteve auxiliando o avanço da humanidade, com a vantagem de ser um material renovável, sendo que em quase 50% do território brasileiro é tomado por florestas (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997). A madeira é o material mais antigo utilizado na construção uma vez que ela é abundante, está sempre disponível e é relativamente fácil de trabalhar (PFEIL & PFEIL, 2003).

Na sociedade brasileira a utilização da madeira para fins estruturais é frequente, principalmente quando destinada para solucionar problemas de coberturas residenciais e comerciais, e em alguns casos até industriais (MORALES, 2012).

A madeira é aplicada também para a construção de pontes vicinais de pequenos e médios vãos, podendo-se destacar duas características que favorecem essa utilização, como a alta disponibilidade e pelo grande potencial de resistência e durabilidade (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997). Além disso, a madeira também é utilizada em cimbramentos para a construção de estruturas de concreto armado e protendido, travessia de obstáculos como viadutos e passarelas, no sistema de transporte ferroviário como dormentes de trilho e na transmissão de energia elétrica e telefonia (MORALES, 2012).

A madeira exerce sua função estrutural anterior ao homem utilizá-la nas construções, já na árvore ela é responsável por suportar todas as cargas e depois de serrada e industrializada pode ser definida como um material de construção pré-moldado de fácil montagem e manuseio, sendo que esse processo industrial não influencia na determinação de sua resistência mecânica (MORALES, 2012).

As propriedades essenciais de materiais de uso estrutural são a alta resistência em relação ao peso e o baixo consumo energético para sua produção, características que a madeira possui (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997).

Dentre todos os materiais convencionais utilizados na construção civil, a madeira apresenta uma excelente relação resistência/peso, além disso a madeira

também apresenta grande facilidade na produção de diversos objetos industrializados e um bom isolamento térmico (PFEIL & PFEIL, 2003). Essa relação resistência/peso da madeira faz com que ela seja um material muito importante na engenharia, uma vez que é facilmente processada e é um recurso renovável (MORALES, 2012).

Quando comparamos as características de matérias com o aço e o concreto com os da madeira podemos verificar que a relação resistência/densidade é 3 vezes e 10 vezes maior que o aço e concreto, respectivamente. Analisando em termos energéticos, energia/resistência, verifica-se que a madeira é a opção mais ecológica (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997).

A Tabela 03 apresenta os valores comparativos das características do aço, concreto, madeira de dicotiledônea e madeira de conífera.

Tabela 03 - Propriedades de alguns materiais utilizados na construção civil.

Material	Densidade (kN/m ³)	Energia para produção (MJ/m ³)	Resistência (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)	Relação energia/resistência	Relação resistência/densidade	Relação Módulo/densidade
Concreto	24	1920 (óleo)	20*	20000	96	0,83	833
Aço	78	23400 (carvão)	250**	210000	936	3,21	2692
Madeira dicotiledônea	6	600 (solar)	50***	10000	12	8,33	1667
Madeira conífera	9	630 (solar)	90***	25000	7	10	2778

* Resistência característica da compressão usual para concretos usinados

** Tensão de escoamento para aço ASTM A-36

*** Valor médio de resistência à compressão paralela as fibras

Fonte: Kesik & Lio (1997)

Quando se trabalha com madeira, existe o risco de degradação biológica e ação do fogo, além de apresentar diversos defeitos que podem influenciar em suas propriedades mecânicas, porém esses riscos podem ser anulados ou reduzidos, de maneira relativamente simples, quando se utilizam produtos industrializados de madeira para a construção de estruturas adequadas, resultando em estruturas seguras, duráveis e com estética agradável (PFEIL & PFEIL, 2003).

Se analisarmos a utilização da madeira economicamente vê-se que em relação a outros materiais ela é competitiva em seu preço inicial e apresenta vantagem quando levado em consideração sua utilização em longo prazo. Deve-se avaliar também que o volume de madeira utilizado nas estruturas é muito menor que os de concreto (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997).

Mesmo sendo economicamente viável, o uso da madeira como material estrutural, as propriedades de capacidade de stress e módulo de elasticidade são muito menores que os de aço, alvenaria e concreto. Algumas regulamentações impõem restrições ao uso da madeira e adicionam os pontos de possibilidade de incêndio (NEWMAN, 1995).

3.1.1. Propriedades físicas da madeira

A madeira é um material originalmente natural e isso a concede um alto grau de variabilidade em suas propriedades físicas, isso ocorre devido a ela ter condições de crescimento relacionadas a fatores como o clima, o solo, suprimento de água, nutrientes disponíveis, etc (MORALES, 2012).

A madeira possui três direções principais de fibra, longitudinal (L), radial (R) e tangencial (T), onde, essas características fazem da madeira um material anisotrópico (PFEIL & PFEIL, 2003). De fato, a diferença entre as propriedades das direções radial e tangencial não influenciam na prática do uso da madeira. A Figura 06 e Figura 07, apresentam as direções de fibra da madeira.

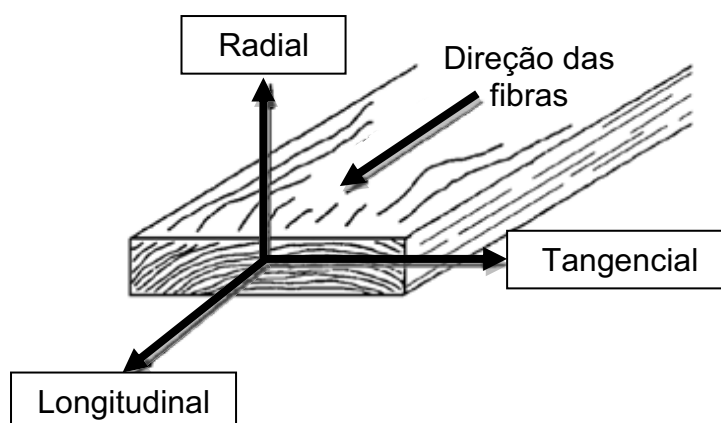


Figura 06 - Direções da madeira em relação à direção das fibras.

Fonte: Faherty & Williamson (1999)

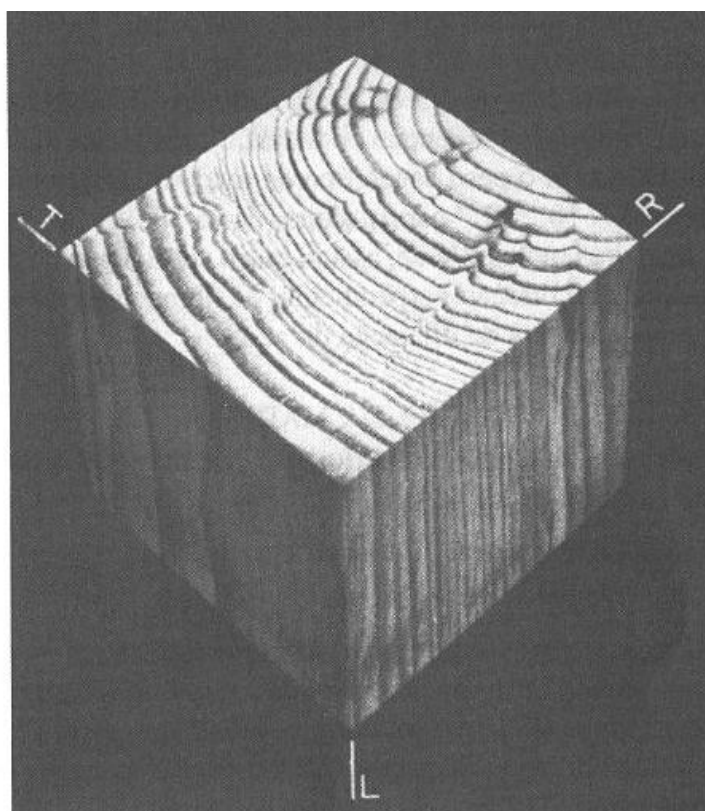


Figura 07 - Direções longitudinal (L), tangencial (T) e radial (R) apresentadas em um bloco de madeira serrada.

Fonte: Pfeil & Pfeil (2003)

A disposição das fibras na madeira, com a maior dimensão da fibra disposta paralelamente ao tronco, indica que a madeira possui diferentes características nas diferentes direções da mesma, fazendo com que a madeira seja um material anisotrópico e não isotrópico (FAHERTY & WILLIAMSON, 1999).

A madeira é um material considerado ortotrópico, ou seja, possui comportamento diferente e independente de suas propriedades de acordo com a direção que é analisada. Por exemplo, as características de módulo de elasticidade, resistências, contração e expansão se diferem muito de uma direção para outra (FAHERTY & WILLIAMSON, 1999).

A madeira é um material higroscópico, ela libera umidade ou captura umidade do ambiente até ela entrar em equilíbrio com o local em que está alocada. Essa umidade de equilíbrio está diretamente relacionada com umidade relativa e a temperatura em que a madeira está inserida (FAHERTY & WILLIAMSON, 1999). E como a essa variação de umidade ocorrem de forma diferente, de acordo com a direção das fibras, as peças serradas podem apresentar defeitos e empenarem, (FAHERTY & WILLIAMSON, 1999).

A umidade padrão da madeira, tanto no Brasil como nos Estados Unidos, é de 12%, porém ela tem a tendência de absorver umidade para ficar em equilíbrio com o ambiente em que esta sendo utilizada (PFEIL & PFEIL, 2003). Essa alteração de umidade causa um efeito de retração ou de inchamento na madeira, sendo que a retração na direção tangencial é a mais significativa, causando maiores empenamentos e defeitos (PFEIL & PFEIL, 2003). A Figura 08, apresenta os defeitos nas peças de madeira serrada de acordo com sua posição na tora, enquanto a Figura 09, apresenta os defeitos de empenamento das tábuas e peças de madeira serrada.

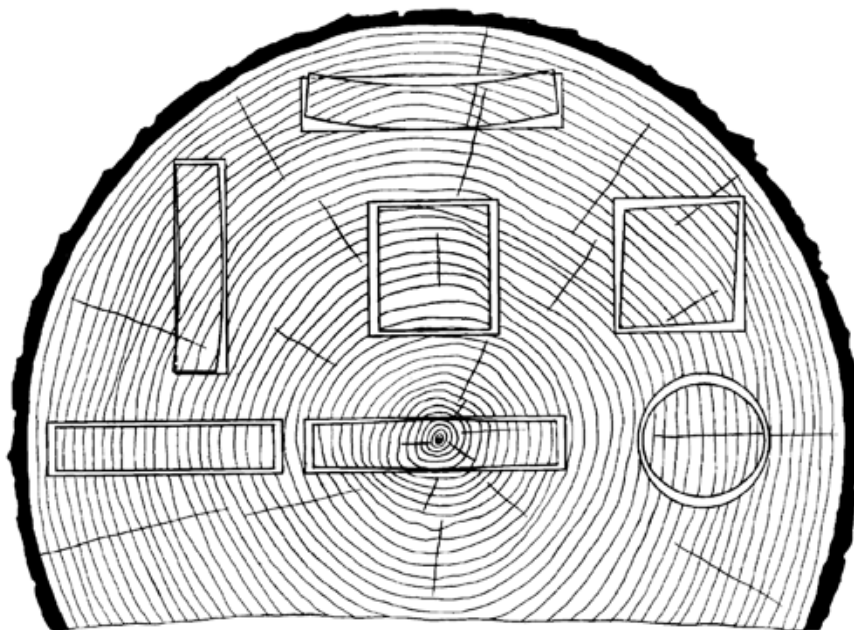


Figura 08 - Possíveis defeitos gerados pela retração das peças de madeira de acordo com a posição da madeira no tronco.

Fonte: Pfeil & Pfeil (2003)

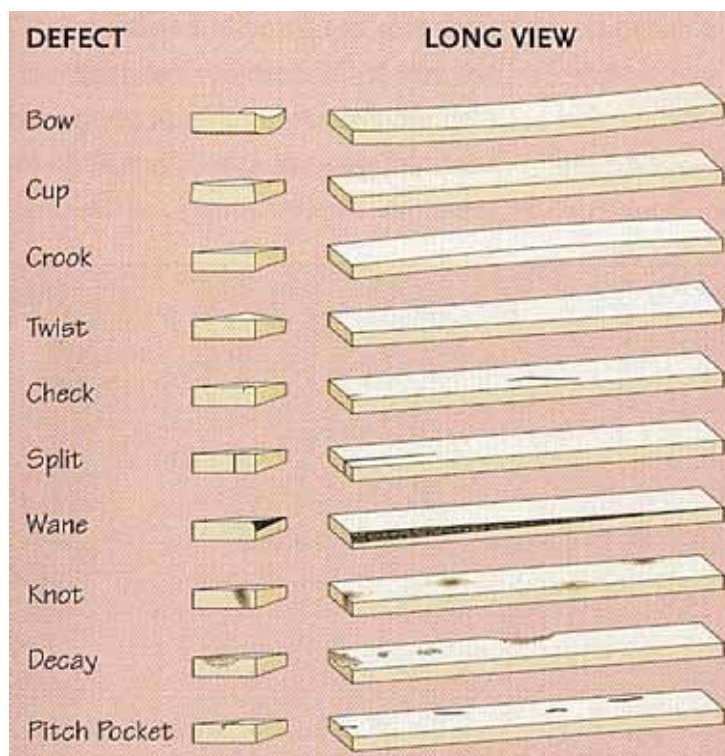


Figura 09 – Empenamentos na madeira serrada.

Fonte: Wagner (2009)

3.1.2. Deterioração da madeira

A madeira pode sofrer dois tipos de deterioração, a biológica, que são os ataques por organismos xilófagos, e a física, como por exemplo, a ação do fogo (PFEIL & PFEIL, 2003).

Quando avaliado o desempenho da madeira quanto à deterioração por fogo nota-se que a madeira é um material combustível, porém tem ótimas respostas quando exposta a altas temperaturas e ao fogo, uma vez que oxida lentamente devido a baixa condutibilidade térmica, e assim, mantendo o interior das peças estruturais inalteradas por longos períodos de tempo, possibilitando a combate as chamas e extinção das fontes de calor (PFEIL & PFEIL, 2003)

Além de combustível, a madeira é um excelente isolante térmico durante a própria combustão, ou seja, a madeira no interior da peça em chamas está exposta a baixas temperaturas quando comparada com o exterior da peça (FAHERTY & WILLIAMSON, 1999).

Em estruturas de aço ou o próprio concreto armado, quando expostos a altas temperaturas deformam-se facilmente e conseqüentemente perdem a capacidade estrutural (MORALES, 2012). A Figura 10, apresenta o comportamento do aço e da madeira quando expostos numa mesma situação de incêndio.



Figura 10 - Foto de incêndio onde uma estrutura de madeira e aço estavam expostos sobre as mesmas condições.

Fonte: Rittler (1992) citado por Calil Júnior & Dias (1997).

A madeira também pode sofrer ataque de organismos xilófagos, ou seja, que se alimentam de madeira como: fungos, cupins, moluscos e crustáceos marinhos, Wangaard (1979) citado por Pfeil & Pfeil (2003).

No Brasil é comum acreditar-se que a madeira é um material de baixa qualidade e que as construções a base de madeira possuem pequena vida útil. Esse conhecimento deve-se ao fato de a madeira ser um material orgânico e que pode sofrer ataque de organismos que se alimentam da mesma, porém, se esquece de que existem produtos e técnicas que inibem esses organismos (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997).

O tratamento químico da madeira pode fazer com que as peças resistam mais aos ataques biológicos e ao fogo, ou seja, as madeiras são impregnadas com uma substância química responsável por repelir os agentes biodegradadores e retardar o fogo (PFEIL & PFEIL, 2003).

As peças de madeira tratadas, independentes do método utilizado, dentre eles pincelamento, aspersão, pulverização, imersão, banho quente-frio, substituição

de seiva ou autoclave, proporcionam uma vida de até 50 anos a essas peças e reduzem a necessidade de manutenção e pintura (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997).

Para os projetos de estrutura de madeira a norma brasileira diz que devem ser consideradas 5 situações para que os coeficientes de segurança sejam colocados e utilizados no dimensionamento dos componentes da estrutura (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

3.1.3 Defeitos da Madeira

Os defeitos na madeira possuem raiz na grande variabilidade da madeira, desde a variação entre espécies, até a variação dentro de um mesmo tronco (MORALES, 2012). São considerados defeitos na madeira as anormalidades e anomalias encontradas em sua estrutura e que afetam e influenciam na heterogeneidade da madeira (GONÇALVES, 1990).

Existem três tipos principais de defeitos na madeira (GONÇALVES, 1990):

- Defeitos de forma de tronco;
- Defeitos nas estruturas da madeira;
- Defeitos nas estruturas da madeira devido a fatores externos.

Abaixo segue os principais defeitos da madeira que influenciam em estruturas de madeira, independente do tipo, Figura 11:

- Nós – São os pontos de existência de galhos. Existem dois tipos de nós os vivo e os soltos. O principal problema para a utilização da madeira em estruturas são os nós soltos, uma vez que eles não se ligam a madeira à seção de utilização da peça é reduzida, diminuindo assim as propriedades de resistência da madeira (PFEIL & PFEIL, 2003). A presença de nós diminui a resistência da madeira, e a diminuição desses defeitos só pode ser feita na administração florestal. Para o uso estrutural as peças de madeira devem ser classificadas relacionando-se a quantidade de nós e a resistência da madeira (GONÇALVES, 1990);

➤ Fendas – São as aberturas nas extremidades da madeira devido a problemas com a secagem, esse defeito pode ser controlado na secagem, fazendo-a mais lenta e controlando a diferença de umidade da superfície e do interior das peças (PFEIL & PFEIL, 2003). As fendas originam-se devido às contrações da superfície e do interior, independente da fonte geradora das contrações, essas movimentações gerarão fendas (GONÇALVES, 1990);

➤ Ventas – A base desse defeito está nas tensões internas devido a crescimento lateral ou por ações externas, como o vento, é um defeito caracterizado pelo descolamento dos anéis de crescimento, gerando áreas sem ligação, reduzindo as propriedades mecânicas da madeira (PFEIL & PFEIL, 2003);

➤ Abaulamento – É quando a peça se encurva em sua largura (PFEIL & PFEIL, 2003). Esse defeito é gerado devido à variação de umidade como apresentado no item anterior;

➤ Arqueadura - É quando a peça se encurva na direção longitudinal (PFEIL & PFEIL, 2003). Esse defeito é gerado devido à variação de umidade como apresentado no item anterior;

➤ Fibras Reversas – Esse defeito reduz as resistências da madeira, e é caracterizado pelas fibras não estarem paralelas ao eixo da peça (PFEIL & PFEIL, 2003). É a forma desordenada em que as fibras se dispõem no lenho da madeira. Essa característica é relacionada às espécies e não a fatores externos (GONÇALVES, 1990);

➤ Quina morta – É caracterizada pelo canto arredondado da peça, gerado pela curvatura do tronco, esse defeito mostra uma elevada proporção de alborno na peça e, conseqüentemente, menores valores de resistência mecânica (PFEIL & PFEIL, 2003);

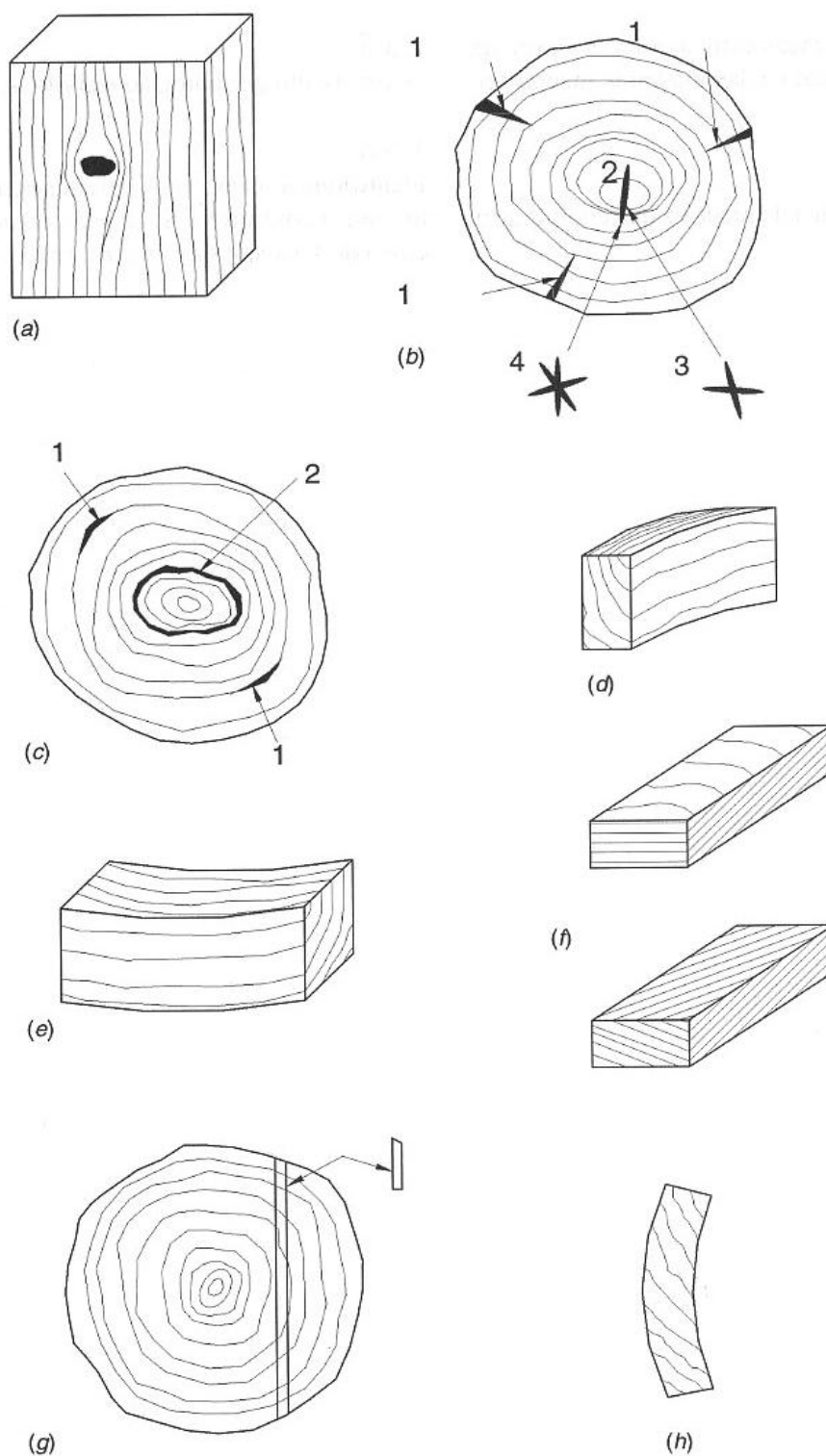


Figura 11 - Principais defeitos na madeira que influenciam na utilização da mesma como elemento estrutural. a) Nós; b) Fendas - 1. Periféricas - 2. 3. 4. No cerne; c) Ventas - 1. Parcial - 2. Completa; d) Abaulamento; e) Arqueamento; f) Fibras reversas; g) Quina morta; h) Empenamento.

Fonte: Pfeil & Pfeil (2003)

3.2. *Wood frame*

O conceito de casa ideal versa sobre atender aos requisitos de conforto, segurança, ter um preço justo, durável, eficiente, resistente a desastres e ser sustentável. Com o objetivo de se alcançar esses pontos listados, estudos vem sendo feitos ao longo dos anos e muitos resultados foram atingidos com sucesso, porém a casa perfeita ainda não é realidade para os proprietários e os esforços para se alcançar tais objetivos devem ser, e continuar sendo desenvolvidos. Porém, não somente o conhecimento técnico deve ser criado e aperfeiçoado, mas também deve-se garantir que essas tecnologias sejam transferidas para a prática transformando-se em esforços concretos (POWELL et al., 2008).

Há uma tendência em acreditar-se que a tecnologia atual aplicada nas construções é resultado de desenvolvimento científico atual, porém as sete maravilhas do mundo moderno são resultado desse desenvolvimento e são projetos de engenharia (NEWMAN, 1995).

A construção leve em *wood-frame* teve origem nos Estados Unidos a mais de 150 anos atrás e rapidamente desenvolveu-se no sistema de construção predominante para casas e outras edificações de menor escala. Em 2008, quase a totalidade de todas as construções nos Estados Unidos eram feitas utilizando o método de construção em *wood-frame*, onde mais de 90% de todos os prédios são construídos com essa técnica (THALLON, 2008). O sistema construtivo em *wood-frame* é predominante nos Estados Unidos e isso possibilitou o país a ter a melhor infraestrutura de residências destinada a população. São residências, comércios e até construções industriais que são economicamente viáveis, são aquecidas e frescas, além de proporcionar conforto aos ocupantes (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2001).

A construção em *wood-frame* é adaptativa, ela se flexibiliza de acordo com o projeto e estilo desejados. As exigências dos códigos e normas americanos são rigorosos quanto a metodologia do projeto estrutural e isso faz com que as edificações suportem ventos fortes, abalos sísmicos e altas cargas devido a neve (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2001). Nos Estados Unidos tanto os profissionais, como os amadores optam pelo *wood-frame*, uma vez que ele proporciona alta flexibilidade devido a ele ser composto por componentes estruturais modulares

pequenos, permitindo a construção de qualquer estilo arquitetônico desejado (THALLON, 2008).

Os aspectos que tornam o sistema construtivo *wood-frame* popular e de maior sucesso nos Estados Unidos são a facilidade de construção, a entrega de um produto de qualidade, possui alta resistência em relação ao seu peso, é energeticamente eficiente, é um dos sistemas mais seguros em condições extremas e a madeira é abundante e renovável (CANADIAN WOOD COUNCIL, 2000).

Apesar dessas vantagens, definir com exatidão o processo construtivo de *wood-frame* não é complicado, para esse dimensionamento foi definido que uma casa comum possui de 2 a 3 quartos e sendo construída por profissionais da construção. Pode-se afirmar também que inovações tecnológicas para o *wood-frame* reduziram o tempo gasto e os esforços dispendidos no processo construtivo (KESIK & LIO, 1997).

A Tabela 04 apresenta as estatísticas da construção civil no Canadá e dentre os dados apresentados está o de tempo gasto nas construções de *wood-frame* onde se vê a redução tempo mínimo de construção, essa redução deve-se aos benefícios dos painéis e lâminas, tais como, gesso acartonado e compensado, componentes estruturais industrializados, como treliças industriais, e encanamentos plásticos (KESIK & LIO, 1997).

Tabela 04 - Tabela com as estatísticas de construção do mercado canadense.

Ano	1943	1956	1965	1975	1985	1995
Casas iniciadas	59.000	115.420	155.128	180.952	180.000	110.993
Tamanho médio	800 ft ²	1.080 ft ²	1200 ft ²	1.080 ft ²	1230 ft ²	1225 ft ² **
Preço médio de Venda	U\$ 5.500,00	U\$ 13.000,00	U\$ 17.400,00	U\$ 5.500,00	U\$ 80.500,00	U\$ 103.000,00
Preço médio por hora do carpinteiro	U\$ 1,05	U\$ 2,30	U\$ 3,46	U\$ 8,30	U\$ 18,37	U\$ 26,20
Tempo mínimo de construção (semanas)	30	20	10	9	8	8

* As estatísticas foram levantadas a partir de diversas fontes. Eles são indicativos das estatísticas de uma era e não podem ser tratados como definitivos

** Baseado nos dados de 1990

Fonte: Kesik & Lio (1997)

Normalmente, 16 semanas é o tempo necessário para iniciar-se a construção e se entregar a chave ao proprietário. Caso a residência seja muito grande ou com muitos detalhes construtivos esse tempo pode-se estender a mais de 20 semanas, por outro lado residências muito simples podem levar de 8 a 10 semanas, isso sem levar em consideração atrasos devido ao tempo, inspeções, entrega de material, materiais customizados e problemas com os profissionais contratados (KESIK & LIO, 1997). Na Figura 12, Kesik & Lio (1997), apresentam um cronograma de construção de uma casas típica, detalhando o tempo estimado médio para cada etapa.

← Média de 16 semanas para a construção de uma casa típica →

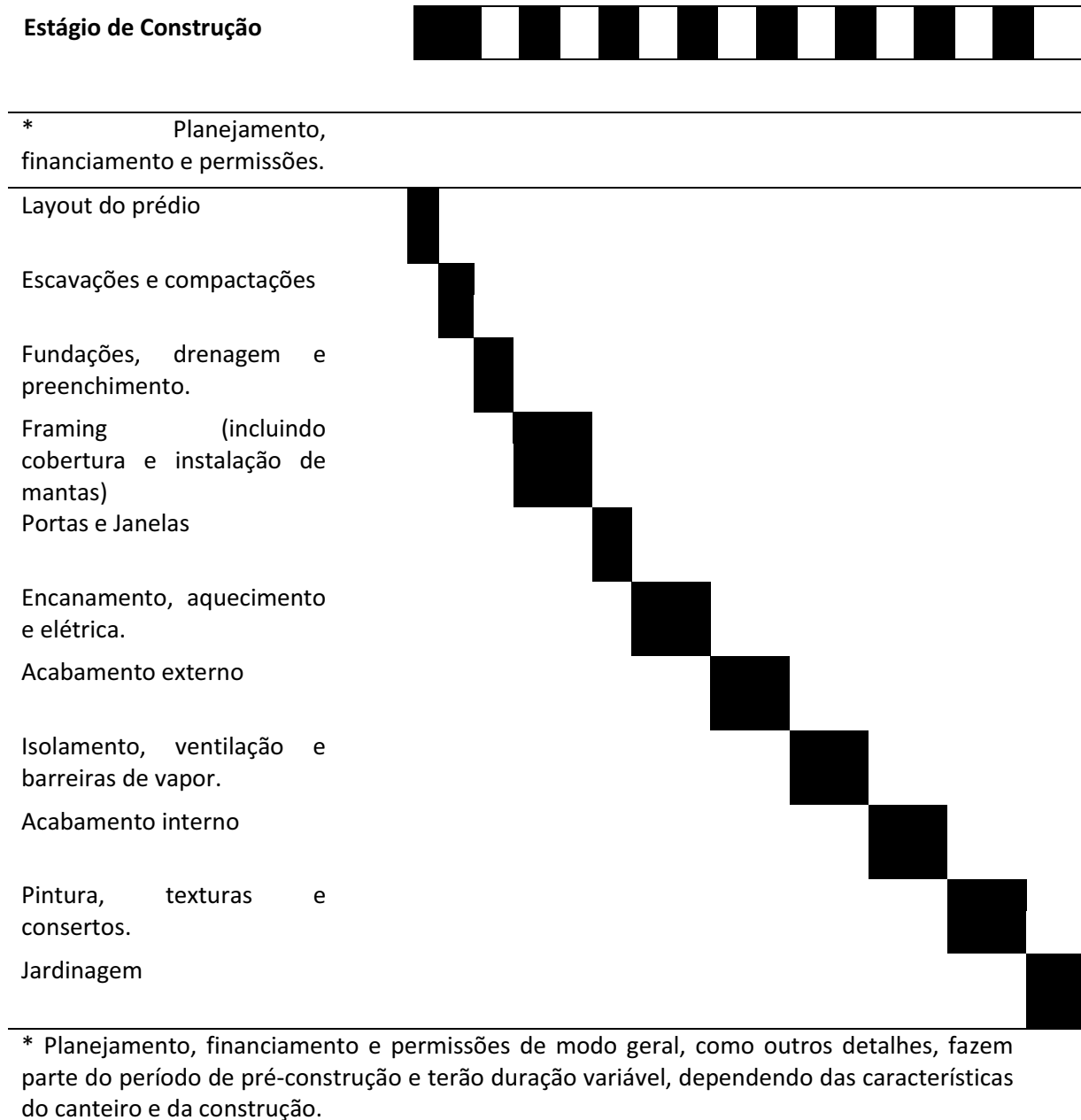


Figura 12- Cronograma médio da construção de casas em wood-frame no Canadá, detalhando o tempo gasto em cada etapa de construção.

Fonte: Kesik & Lio (1997)

3.2.1 Madeira e umidade nas obras de *wood-frame*

As técnicas construtivas e o correto gerenciamento da obra garantem que as construções sejam livres de problemas e duráveis, porém a utilização de materiais de segunda e a eliminação de etapas de construção podem resultar em economia financeira, porém acarretam na redução de rigidez e força das estruturas de *wood-frame* (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2001).

As dimensões de madeira mais comuns de se encontrar em uma obra são as 2x4 e 2x6, nominais, onde as medidas reais são 38 x 89 mm e 38 x 140 mm, respectivamente (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2001). As peças são facilmente manuseadas, o material nos Estados Unidos está muito difundido, estando sempre disponível, e o conhecimento e ferramentas para a montagem são facilmente adquiridos (THALLON, 2008). A Figura 13, apresenta os materiais de madeira utilizados em obras de *wood-frame*.



Figura 13 – Peças de madeira serrada, 2x4, 2x6 e 2x12, e placas de OSB.

Fonte: Do autor.

Nos canteiros de obra a madeira deve ser acondicionada protegida do tempo e as construções devem ser cobertas e fechadas com superfícies ou mantas o mais rápido possível para que a madeira seja mantida seca, ou ainda, para que as madeiras provenientes de outras regiões possam entrar em equilíbrio. Além disso painéis e outros materiais que possam se deteriorar com o tempo devem ser

protegidos a partir do momento que adentram o canteiro de obra (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2001).

O controle da umidade durante o processo de construção deve ser pensado, uma vez que a madeira, mesmo seca, pode absorver umidade antes de ser utilizada ou durante a construção. Alguns procedimentos para evitar isso devem ser tomados como manter os materiais a base de madeira secos, minimizando a umidade dos materiais instalados e promovendo a secagem de materiais umidos (CANADIAN WOOD COUNCIL, 2000).

Materiais de madeira que já foram expostos a alta umidade devem ser secos a teores de umidade inferiores a 19%. Em casos que a construção foi exposta a umidade planos de contenção devem ser criados para permitir a devida secagem dos materiais estruturais, de fechamento e das superfícies e mantas de cobertura. Para acelerar a secagem ventilação forçada, calor e desumidificadores devem ser utilizados (CANADIAN WOOD COUNCIL, 2000).

Figura 14, apresenta como proteger a madeira no recebimento chegada da mesma ao canteiro de obra.

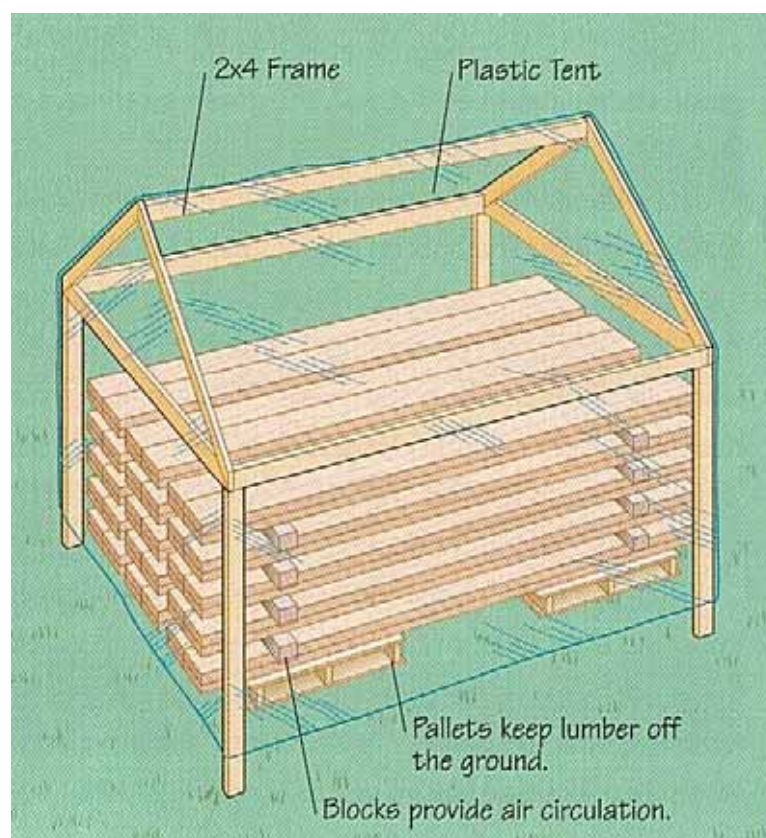


Figura 14 - Proteção da madeira na chegada ao canteiro de obra.
Fonte: Wagner (2009)

3.2.3. Planejamento

A fase de planejamento é definida como pré-construção, onde são desenvolvidos todas as plantas e detalhamentos, definidos todos os custos, e providenciada a energia elétrica temporária para o canteiro de obra (KESIK & LIO, 1997). Construções não são realizadas a partir dos cálculos estruturais, pois, é fundamental que o engenheiro traduza esses cálculos e considerações para os desenhistas que produzirão plantas completas e detalhadas, que assim, permitirão que os colaboradores do canteiro de obra as utilizem sem atrasos e custos extras (NEWMAN, 1995).

A NBR7190 determina as condições de projeto, execução e controle que devem ser seguidas para estruturas de madeira. Estruturas tais que podem ser totalmente em madeira ou parcialmente, e devem ser elaboradas por profissionais legalmente habilitados (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Durante o processo de erguer de uma habitação, os desenhos estruturais e plantas são os documentos mais importantes de se ter na obra, esses documentos devem ter informações precisas. As plantas e desenhos carregam grande quantidade de informações sobre a estrutura, como suas configurações, dimensões das peças, resistência dos materiais e método de montagem (NEWMAN, 1995). O projeto deve ser composto por memorial justificativo, desenhos e, se houver necessidade, planos de execução, utilizando-se da simbologia na norma NBR7190 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997):

➤ Memorial justificativo – é composto por:

- Descrição do arranjo tridimensional da estrutura;
- Ações e condições de carregamento, incluindo carga móvel;
- Esquemas adotados nas análises dos elementos;
- Análise estrutural

- Propriedades dos materiais;
- Dimensionamento e detalhamento esquemático, tanto das peças estruturais, como das emendas e ligações.

➤ Desenhos - Devem seguir as determinações segundo Anexo A da NBR7190, tendo obrigatoriamente destacado as classes de madeira que serão utilizadas. Além disso, as identificações das peças devem ser as mesmas no desenho e no memorial justificativo;

➤ Planos de execução – Devem apresentar as particularidades da sequência de execução e das juntas de montagem.

Os projetos arquitetônicos, mecânicos, elétricos e hidráulicos devem ser desenhados em plantas de modo que atendam as configurações fundamentais e propostas, além disso, é necessário apontar esses problemas interdisciplinares, prioritariamente, na fase de pré-construção, no escritório, do que deixar que eles sejam descobertos somente no canteiro de obra gerando atrasos no andamento da construção. Nos casos de estruturas de madeira deve-se considerar também os problemas de variação dimensional da madeira (NEWMAN, 1995).

A Figura 15, apresenta a modelagem arquitetônica executada pela empresa A, para uma edificação realizada em um condomínio fechado em Sorocaba, interior do estado de São Paulo.



Figura 15 - Modelo 3D do projeto arquitetônico.

Fonte: Produto desenvolvido pela empresa A, na cidade de Sorocaba/SP.

É comum que durante a construção os engenheiros sejam chamados para esclarecer pontos confusos dos desenhos e sejam confrontados com questionamentos sobre o projeto. É incontestável que para cada hora perdida nos escritórios fazendo planejamento, checagem e melhorando os desenhos pode-se economizar, praticamente, quatro horas do engenheiro concedendo esclarecimentos e explicações sobre o projeto (NEWMAN, 1995). Construções de *wood-frame*, quando comparadas com outros sistemas construtivos, necessitam de um alto grau de detalhamento dos desenhos e projetos (NEWMAN, 1995).

Existem quatro tipos de erros comuns de se aparecerem nos projeto e planejamento de estruturas de *wood-frame* (NEWMAN, 1995):

- Baixa qualidade dos desenhos arquitetônicos – Isso torna o projeto de difícil entendimento para o engenheiro estrutural, acarretando em dificuldade em se produzir plantas de alta qualidade a partir de projetos arquitetônicos incorretos ou inadequados. Se o projeto arquitetônico estiver

fora de escopo, não específico, ou se fornecer dimensões incorretas e/ou imprecisas o projeto estrutural será igualmente deficiente;

➤ Baixa precisão nas dimensões dos desenhos e plantas estruturais – Essa é uma falha inaceitável e pode criar problemas de relacionamento entre os colaboradores do canteiro de obra e do escritório, uma vez que esse tipo de erro só é encontrado quando as obras já se iniciaram, atrasando todo o cronograma da obra;

➤ Detalhamento incorreto ou referenciamento de detalhes e seções errados – Todas as plantas e projetos devem trazer todas as informações necessárias para a construção, porém elas devem ser corretamente citadas e referenciadas para os construtores na obra;

➤ Objetividade nas plantas – O propósito das plantas e do planejamento é que o prédio seja construído conforme planejado pelo engenheiro, os erros na obra farão com que o engenheiro seja obrigado a atuar corretivamente.

E, as medidas indicadas para se evitar tais erros são (NEWMAN, 1995):

➤ Garantir uma boa comunicação durante a etapa de desenvolvimento do projeto arquitetônico;

➤ Efetuar checagem cruzada de todas as dimensões das plantas, antes de liberar o início das obras, e garantir a presença de todos os detalhes nas plantas, mesmo que sejam contratados serviços de terceiros;

➤ Garantir comunicação entre o escritório de projetos e planejamento com o canteiro de obras.

A Figura 16, apresenta uma das plantas e desenhos de obra de *wood-frame* da América do Norte.

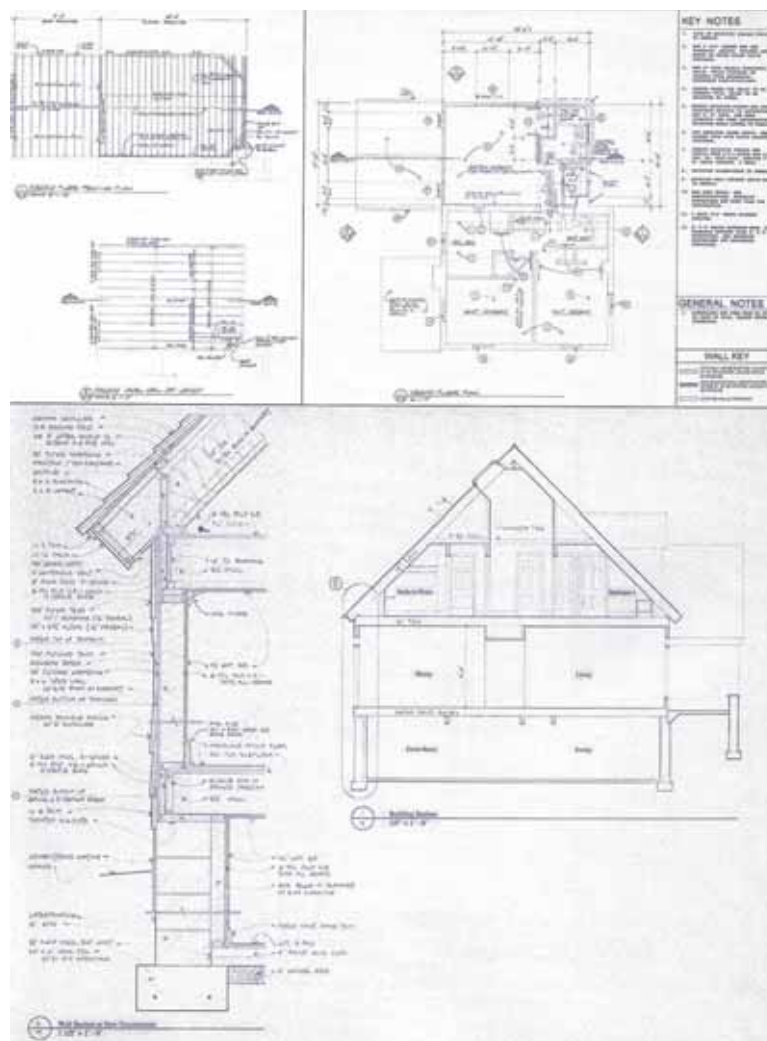


Figura 16 – Planta e detalhes de obra de *wood-frame* americano.

FONTE: Wagner (2009)

Cada componente estrutural e encaixe das estruturas do *wood-frame* devem ser adequados por suportar e resistir a carregamentos previamente estabelecidos, a força de uma estrutura é calculada através da capacidade dela em resistir *stress* e limites de deflexão, além disso, como o *wood-frame* é uma estrutura heterogênea, suas conexões devem ter a capacidade de transferir carregamentos e forças de reação às peças em que ela é responsável por ligar (NEWMAN, 1995)

O dimensionamento da resistência estrutural de uma edificação é efetuado através da capacidade de cada componente em resistir a carregamentos mortos e carregamentos vivos, em adição, as conexões devem ser dimensionadas para transferir as forças e carregamentos para as peças subsequentes. As estruturas em *wood-frame* são consideradas flexíveis, em relação a aço, alvenaria e

concreto, e dessa forma as conexões e devem ser dimensionadas para suportar a movimentação independente das peças estruturais ligadas (NEWMAN, 1995).

A norma brasileira que regulamenta estruturas de madeira no Brasil é a NBR7190 de 1997, ela é uma norma probabilística de estados limites, que apresenta diversos conceitos de segurança e determina o dimensionamento em regime de ruptura o que permite racionalizar os fatores de segurança das estruturas (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Um projeto estrutural correto por si só não garante que a casa construída seja entregue com qualidade e durabilidade. O processo de construção deve seguir conforme o planejado sempre para atingir o projetado (CANADIAN WOOD COUNCIL, 2000).

Métodos de construção padrão e detalhamentos não devem ser escolhidos para os projetos aleatoriamente, eles devem ser verificados, através de métodos de cálculo, para se verificar se irão suportar as cargas aplicadas, e dessa forma garantir um bom projeto de estrutural e bons desenhos e plantas. Enquanto que a capacidade de trabalho nos canteiros de obra são função da qualidade da mão-de-obra aplicada, e se essa não for adequada, um bom projeto não resultara numa boa residência. Para com o fim de se controlar o processo construtivo e o resultado do produto, o acompanhamento e controle do canteiro de obra é fundamental (NEWMAN, 1995).

O papel do gestor da obra é completar o projeto dentro do tempo planejado e com o recurso que lhe tinha sido destinado, é de responsabilidade do gestor tudo o que acontece, ou não acontece na obra, e dessa responsabilidade deriva-se autoridade sobre a obra e sobre cada nível de gerenciamento em que se alcança (NEWMAN, 1995).

Os construtores devem desenvolver uma série de indicadores rigorosos que auxiliará no acompanhamento da obra e facilitará o controle de qualidade. Coordenar e gerenciar a equipe de trabalho para garantir o resultado de qualidade, informações sobre os produtos a serem instalados, esquemas ilustrativos dos produtos e reuniões prévias, ou *briefings*, são ferramentas que permitem que o engenheiro e construtores trabalhem com diferentes produtos ajudaram a resolver problemas da construção e a definir uma sequência de trabalho (CANADIAN WOOD COUNCIL, 2000).

Deve-se pensar também no planejamento do canteiro de obra, onde, leva-se em consideração o melhor aproveitamento do sol e vento, para gerenciar a saída da umidade e reduzir a acumulação de neve, e garantir uma boa visibilidade do canteiro pode levar mais tempo (KESIK & LIO, 1997).

3.2.4. Terraplanagem, Escavação e compactação

Uma vez que o layout foi definido e realizado no canteiro de obra, o terreno deve ser preparado para receber a fundação e a etapa do processo que é responsável por isso é o de terraplanagem e escavação. Em média um dia é necessário para instalar todos os equipamentos na obra e outros poucos dias serão utilizados para cavar as valas, serviços de compactação do solo, *layout* das paredes da fundação e colunas e preparação para a fundação (KESIK & LIO, 1997).

A terraplanagem é o processo de alteração topográfica do solo com o intuito de prepará-lo para recebimento de uma fundação, abrangendo os processos de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento, e antes do início dessas etapas o solo deve ser preparado para tal operação, ou seja, deve ser desmatado, destocado, limpadado e isento de camada vegetal (SHIMIZU, 2002).

Existem duas preocupações quanto ao controle da terraplanagem, o primeiro refere-se à cota de fundo da escavação, que consiste na medição da profundidade escavada através de equipamento específico ou de mangueiras de nível, e um segundo ponto que é a inclinação dos taludes, que é definida pelo tipo de solo, de maneira que ofereça segurança a área escavada (SHIMIZU, 2002).

O *layout* da construção consiste na colocação das linhas que delimitarão a fundação e as linhas limite da propriedade não são de presença obrigatória, usualmente o layout pode ser feito em um único dia (KESIK & LIO, 1997).

A terraplanagem deve ser feita, pois a fundação deve ser instalada em solo firme e indeformado e sempre livre de materiais orgânicos que possam servir de alimentos para organismos xilófagos, além de apresentar inclinação adequada para facilitar o escoamento da umidade para fora do prédio (THALLON, 2008).

3.2.5. Fundação

Em poucos dias a fundação pode ser instalada por profissionais terceirizados, incluindo o tempo de cura do concreto e remoção das formas. Após a cura do concreto, a fundação é impermeabilizada, o sistema de drenagem na fundação é instalado e a fundação é reaterrada (KESIK & LIO, 1997).

A localização das ferragens da fundação, como barras de ancoragem e travamentos sísmicos nas paredes, devem estar indicadas com notas nas plantas, além de, estarem presentes nos desenhos da fundação (NEWMAN, 1995).

A fundação tem como objetivo fundamental garantir a integridade de toda a estrutura, além disso ela possui objetivos específicos de suportar as cargas vindas do prédio e da própria estrutura, manter o nivelamento da construção, minimizando os efeitos das movimentações sísmicas e/ou geológicas, além de manter seguros os demais componentes da madeira de umidade e organismos xilófagos (THALLON, 2008).

A fundação é base da construção, o sucesso e a longevidade das habitações somente são alcançados caso a fundação tenha sido projetada e construída com qualidade, para que ela suporte adequadamente o prédio, reduzindo as movimentações que serão transferidas aos demais componentes da construção, evitando assim rachaduras e aberturas com o decorrer do tempo (THALLON, 2008)

A fundação para casas e prédios de pequeno porte são as fundações rasas ou diretas, que define-se por se apoiarem no solo de pequena profundidade em relação ao solo circundante, ou seja, para ser considerada uma fundação rasa, a razão entre a profundidade e base da fundação deve ser menor ou igual a 1 (TEIXEIRA & GODOY, 2009).

Estruturalmente, as fundações rasas são classificadas em três tipos, blocos, sapatas e radier (TEIXEIRA & GODOY, 2009). Para o *wood-frame* existem três tipos de fundação mais utilizadas: *radier*, sapata corrida e porão, para climas quentes o mais recomendado é o *radier*, climas temperados é utilizado a sapata corrida e para climas frios o mais recomendado são os porões (THALLON, 2008).

Considerando as abordagens de Teixeira & Godoy (2009) e de Thallon (2008) no Brasil as fundações para o *wood-frame* mais recomendadas são as de sapata e o *radier*.

As sapatas são sistemas construídos de concreto armado e sua principal resistência é a flexão, sendo a mais frequentemente usadas as sapatas isoladas com seções quadradas, retangulares e a corrida (TEIXEIRA & GODOY, 2009).

Como o *wood-frame* necessita apoiar todas as paredes, e amarrá-las, em vigas ou na própria fundação, o tipo de sapata mais adequado é a sapata corrida.

No caso de sapatas corrida, o comprimento L é infinitamente maior que a largura da base B (TEIXEIRA & GODOY, 2009).

No sistema de sapata corrida, o piso de madeira é instalado sobre as paredes da fundação e ligados a esse primeiro piso são instaladas as paredes. A grande vantagem desse tipo de fundação é que os espaços criados entre as paredes das sapatas e abaixo do piso, podem ser utilizados para a instalação de dutos e encanamentos, facilitando o acesso a manutenção (THALLON, 2008).

O *radier* é o sistema que transfere todo o carregamento que sofre para uma única sapata, através de pilares. É construído de concreto armado e como ele cobre toda a área de construção o *radier* é um sistema caro e trabalhoso (TEIXEIRA & GODOY, 2009).

Um ponto fundamental quanto à utilização do *radier* é a preparação adequada do solo para garantir uma drenagem adequada, uma vez que altas diferenças de umidade podem ser catastróficas para as fundações em radier, pois ela pode rachar e quebrar o concreto (WAGNER, 2009).

A umidade em fundações de sapata-corrída também é crítica, pois as madeiras que são utilizadas no piso acima da fundação de sapata corrida geralmente atingem umidades acima de 14%, enquanto as madeiras utilizadas nas treliças da cobertura podem ser secas abaixo de 6%. Os problemas de rangidos e pregos que se soltam do acabamento externo e das placas de parede tem raiz na umidade da madeira (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2001). Sendo assim, os solos abaixo da sapata corrida são grande fonte de umidade, que migram do solo em forma de vapor para as estruturas, esse vapor deve ser retirado em sua totalidade através de retardantes de vapor instalados diretamente no solo, além de adotar aberturas que permitam a ventilação dessa área da fundação (THALLON, 2008).

A Figura 17 e a Figura 18, apresentam as duas principais fundações para o *wood-frame* que se adaptam para a utilização no Brasil, sapata corrida e *radier*, respectivamente..

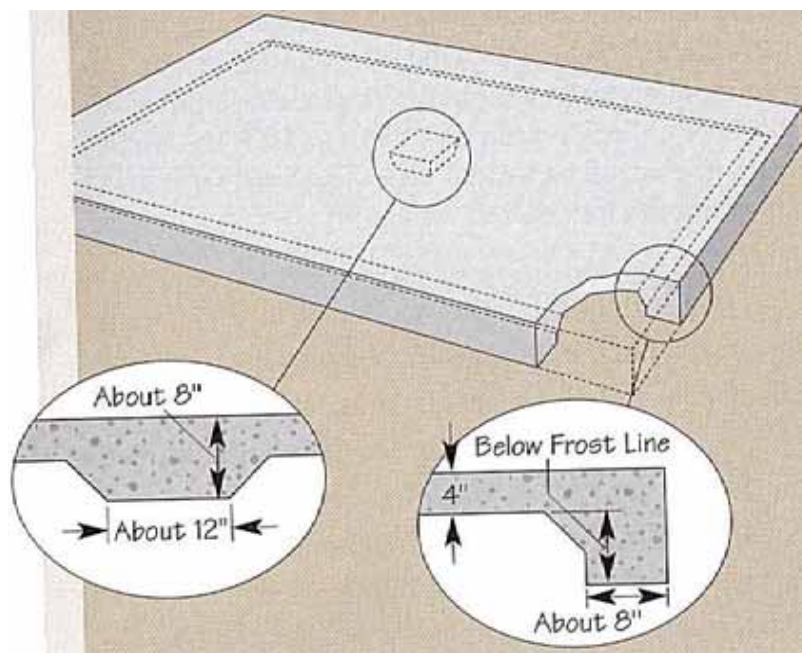


Figura 17 – Ilustração de fundação em Radier.

Fonte: Wagner (2009)

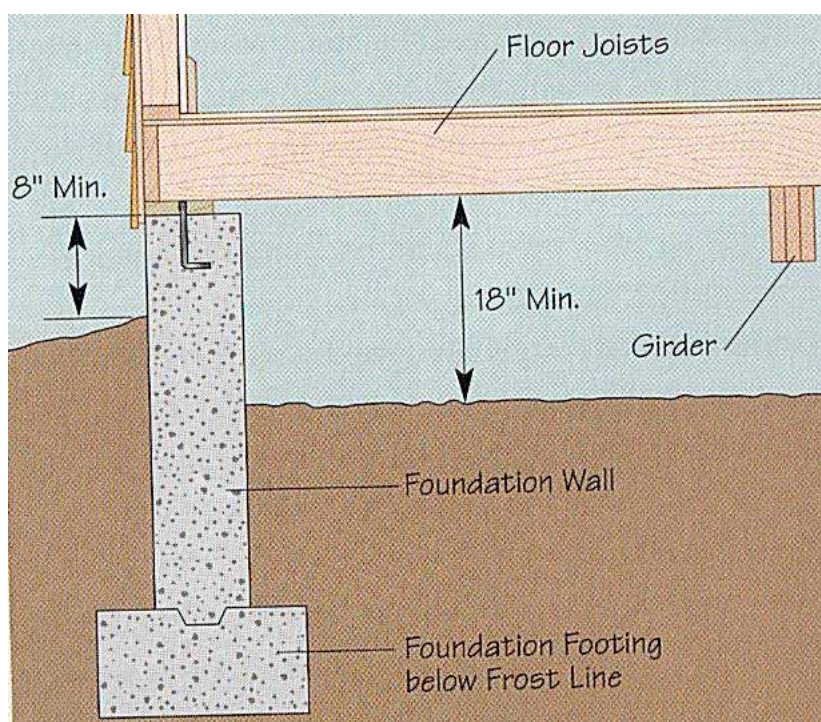


Figura 18 – Ilustração de fundação em Sapata Corrida.

Fonte: Wagner (2009)

Além da preocupação com a fundação, as estruturas devem ser fixadas diretamente nesta. A amarração das estruturas de madeira deve ser feita com barras de ancoragem, cintas embutidas ou ganchos, e esses materiais metálicos devem ser galvanizados e apresentar tratamento térmico para que a umidade e os preservativos químicos não corroam esses materiais (THALLON, 2008).

Os principais tipos de conectores da madeira em fundação são as barras de ancoragem, fixador de fricção, fixador químico e fixador de expansão (WAGNER, 2009). A Figura 19 e Figura 20, apresentam a ligação de peças de madeira na fundação através de barras de ancoragem em sapata corrida e *radier*, respectivamente.

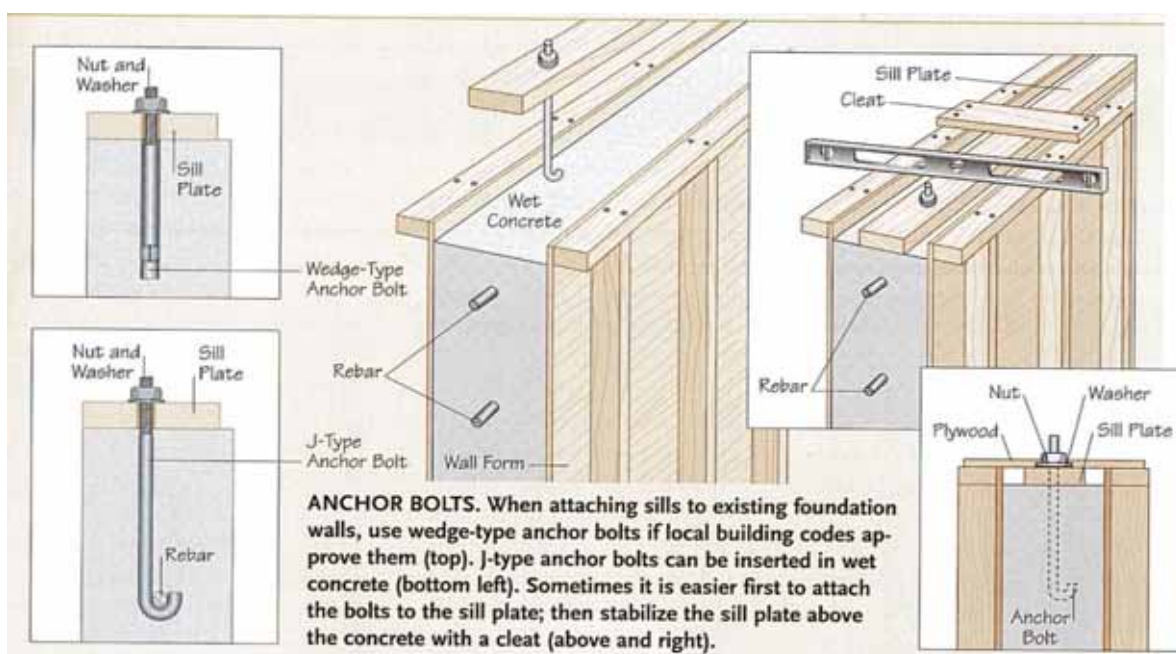


Figura 19 - Colocação e posição das barras de ancoragem em sapata corrida.

Fonte: Wagner (2009)

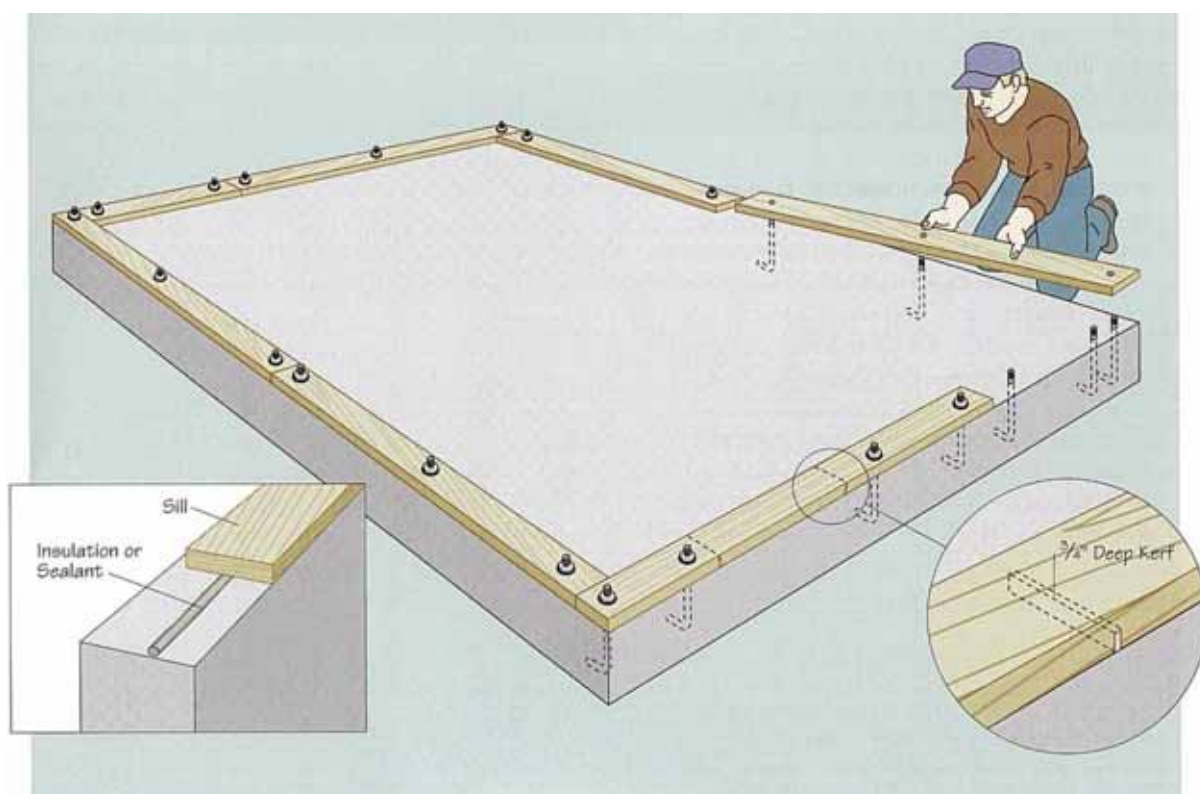


Figura 20 - Ligação de peças de madeira com a fundação em radier.

Fonte: Wagner (2009)

As barras de ancoragem são fixadas enquanto o concreto da fundação não curou, consistem em barras metálicas que são amarradas a armação de ferro do concreto e engastados no concreto, é um fixador de pré-cura. Os fixadores de fricção (Figura 21), químicos (Figura 22) e de expansão (Figura 23), são de pós-cura, uma vez que eles são instalados após o concreto curar e secar totalmente (WAGNER, 2009).

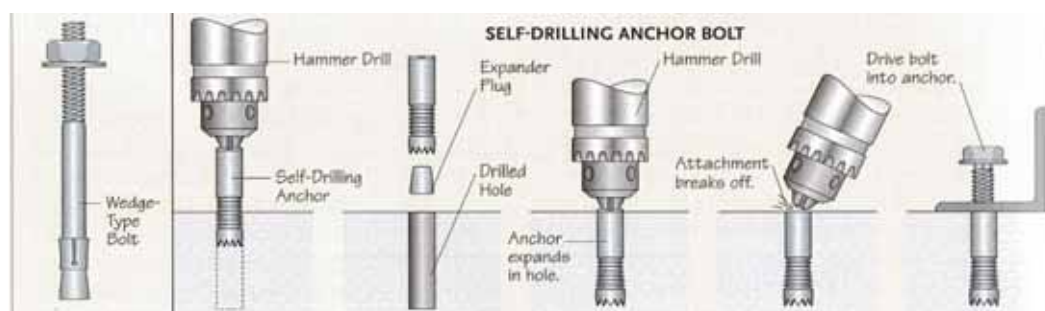


Figura 21 – Fixador de pós-cura do tipo fricção.

Fonte: Wagner (2009)

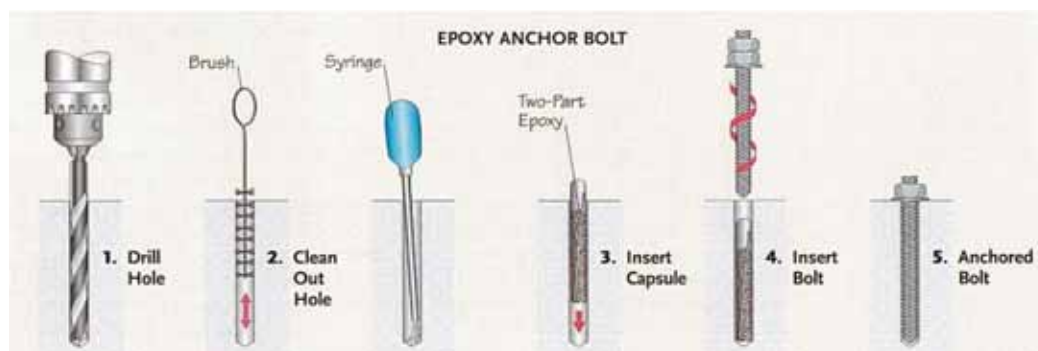


Figura 22 – Fixador de pós-cura do tipo químico.

Fonte: Wagner (2009)

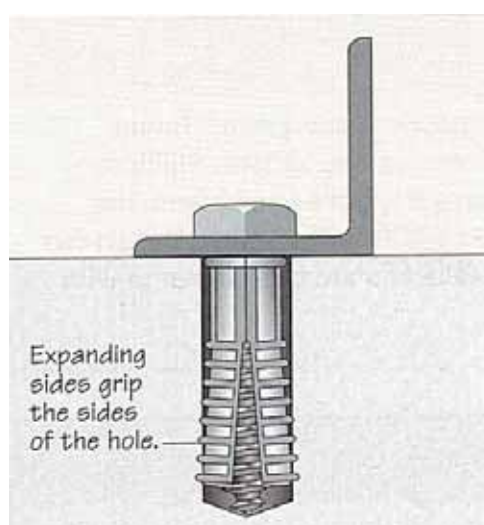


Figura 23 – Fixador de pós-cura do tipo expansão.

Fonte: Wagner (2009)

3.2.6. Framing e cobertura

Geralmente duas semanas são necessárias para que todo o *framing* e toda a cobertura seja finalizadas, fornecendo-se proteção ao tempo para a sequência das demais etapas do processo, nessa etapa a instalação de chaminés e da estrutura das escadas fazem parte do *framing* (KESIK & LIO, 1997). A Figura 24, apresenta a montagem das estruturas de um projeto de *wood-frame*.



Figura 24 - Montagem de estrutura em *wood-frame*.

Fonte: Do autor.

Os *studs*, *joists*, *rafters* são os componentes primários e principais de obras que seguem o sistema (THALLON, 2008). Os nomes mais comuns para cada componente estão demonstrados na Figura 25 e Figura 26.

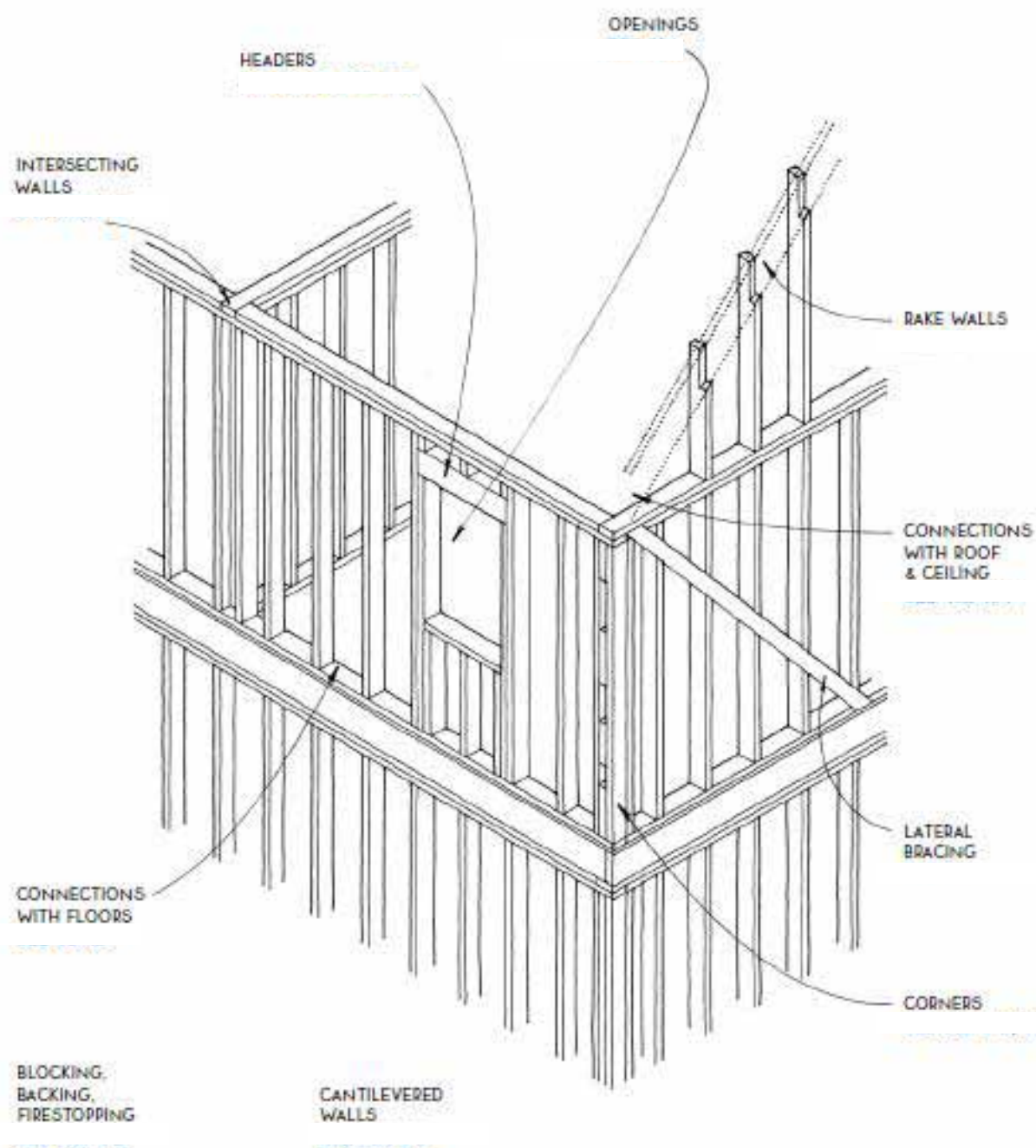


Figura 25 - Nomenclatura das peças de estruturas de *wood-frame*.

Fonte: Thallon (2008)

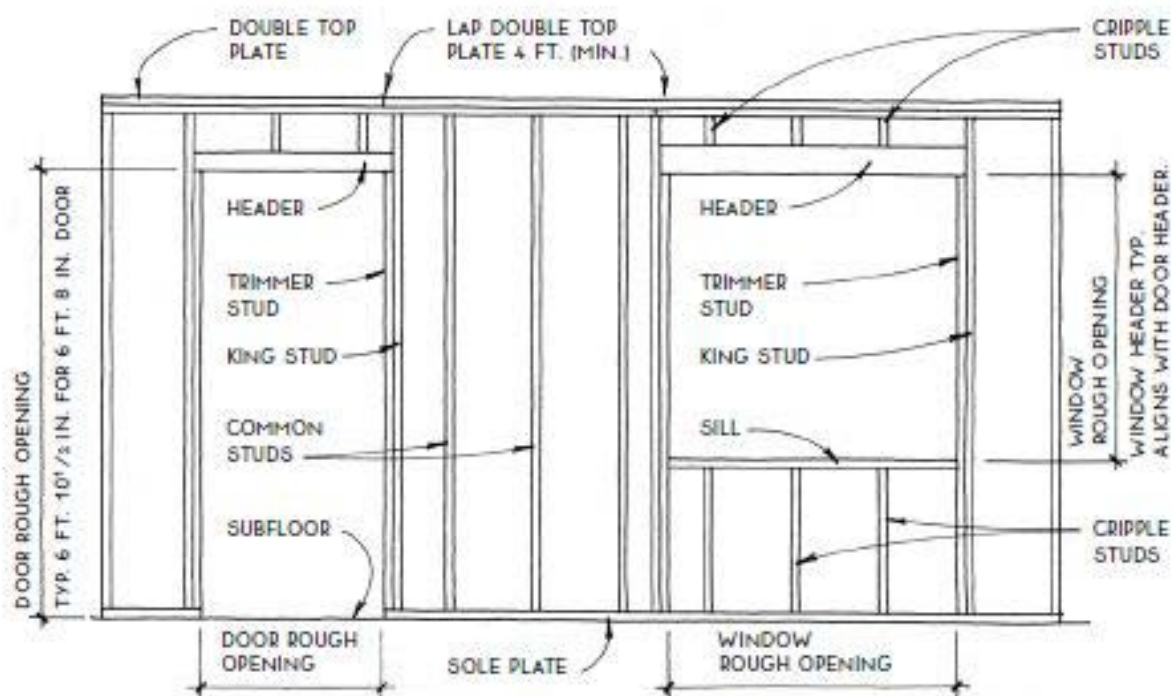


Figura 26 - Nomenclatura de cada componente do *wood-frame*.

Fonte: Thallon (2008)

As superfícies planas nas estruturas de *wood-frame*, como paredes, pisos, tetos, telhados, etc, tem a obrigação de suportar e resistir a forças laterais, trabalhando como diafragmas, as estruturas horizontais, pisos e tetos, devem ser conectadas as estruturas verticais para que os esforços sejam uniformemente distribuídos e integrar toda a estrutura (NEWMAN, 1995).

Se as paredes tiverem função estrutural deve-se utilizar um contraventamento diagonal de 1" x 4" na diagonal dos frames, antes da cobertura de OSB ou compensado (WAGNER, 2009). A Figura 27 mostra a colocação de cobertura para o contraventamento e a distância que a fundação proporcionou aos materiais de madeira em relação ao solo.

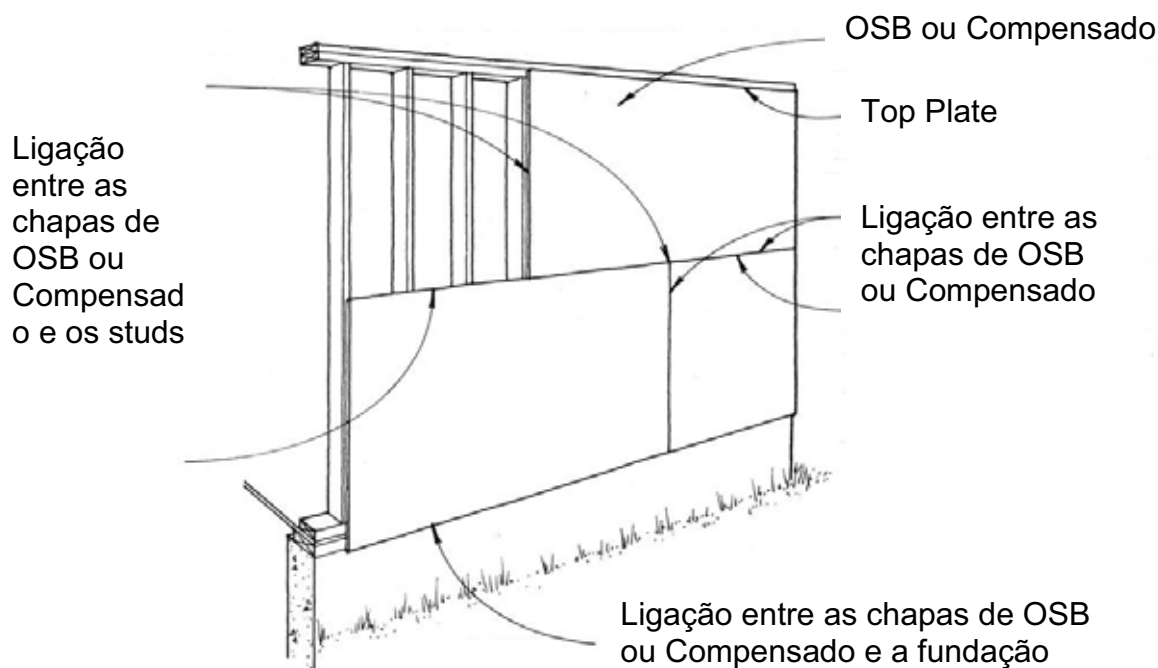


Figura 27 - Cobertura da parede de *wood-frame* com OSB ou compensado.

Fonte: Thallon (2008)

As paredes são fixadas através de barras de ancoragem, que é calculada para resistir a forças laterais paralelas a parede, sendo que seu dimensionamento de diâmetro e comprimento, bem como, o espaçamento entre uma barra e outra fica em função do cálculo das forças laterais (NEWMAN, 1995).

A Figura 28 apresenta a ligação superior das paredes com o teto e as ligações superior e inferior entre as paredes e o piso. A colocação de travamentos entre a parede e a primeira viga dos pisos é recomendada, para que uma boa conexão entre esses dois elementos seja executada. Além disso, bloqueadores devem ser colocados entre o primeiro piso e as fundações, garantindo-se boa estabilidade (NEWMAN, 1995).

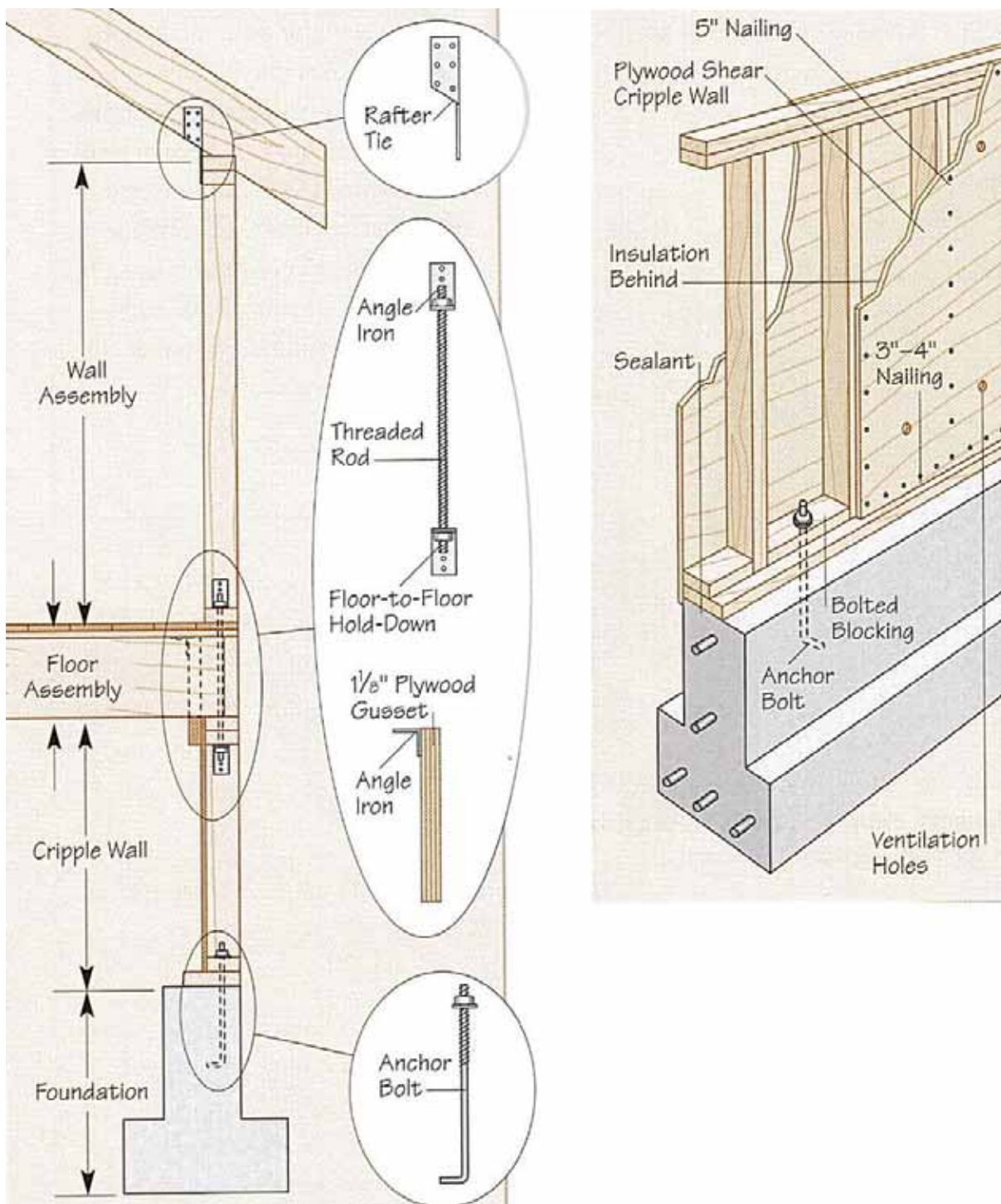


Figura 28 - Ligação entre as paredes e os pisos.
Fonte: Wagner (2009)

Nos pisos, as vigas podem ser substituídas por vigas do tipo “I”, isso proporciona uma melhor qualidade do piso, uma vez que o material passou por controle industrial em seu processo de fabricação, pode suportar maiores cargas, podendo-se aumentar o espaçamento entre as vigas, proporcionando uma redução considerável em custos de mão-de-obra e material (NEWMAN, 1995).

O tipo mais comum de conector utilizado no *wood-frame* são os pregos, eles devem ser galvanizados ou cobertos com algum material que evite a corrosão dos mesmos (NEWMAN, 1995). Os espaçamentos, tipos de prego e as distâncias devem seguir a norma NBR7190, e devem respeitar os espaçamentos mínimos definidos pelo EURO-CODE 5 (PFEIL & PFEIL, 2003). Além dos pregos, podem-se utilizar chapas de dentes estampados, tanto para as coberturas, como para a montagem das paredes (NEWMAN, 1995).

A Figura 29, apresenta os tipos mais comuns de pregos utilizados na América do Norte, enquanto a Figura 30 mostra os pregos utilizados pela empresa A, em suas construções.

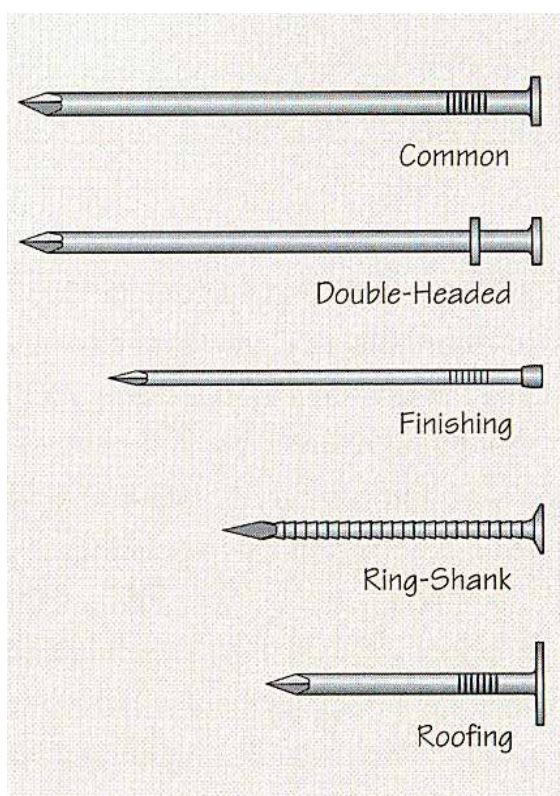


Figura 29 – Tipos de pregos mais comuns utilizados na construção civil na América do Norte.

Fonte: Wagner (2009)



Figura 30 – Pregos utilizados em obra de Wood-frame no Brasil.

Fonte: Do autor.

No Brasil, para a cobertura a treliça ou tesoura mais comum é a do tipo *Howe*, porém as treliças do tipo belga e *Pratt* também são comumente utilizadas, para a cobertura também são necessários outras peças como terças, caibros e ripas, isto, dependendo do tipo de telha escolhida (PFEIL & PFEIL, 2003). A Figura 31, apresenta as treliças mais comuns no Brasil.

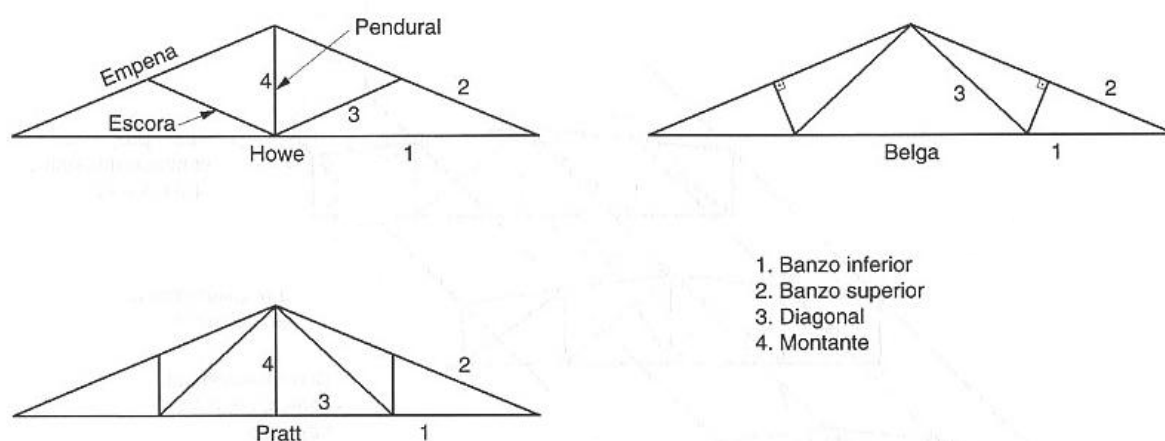


Figura 31 - Tipos de treliça mais comuns.

Fonte: Pfeil & Pfeil (2003)

Enquanto que nos Estados Unidos os tipos de treliça mais utilizadas são os cinco modelos demonstrados na Figura 32.

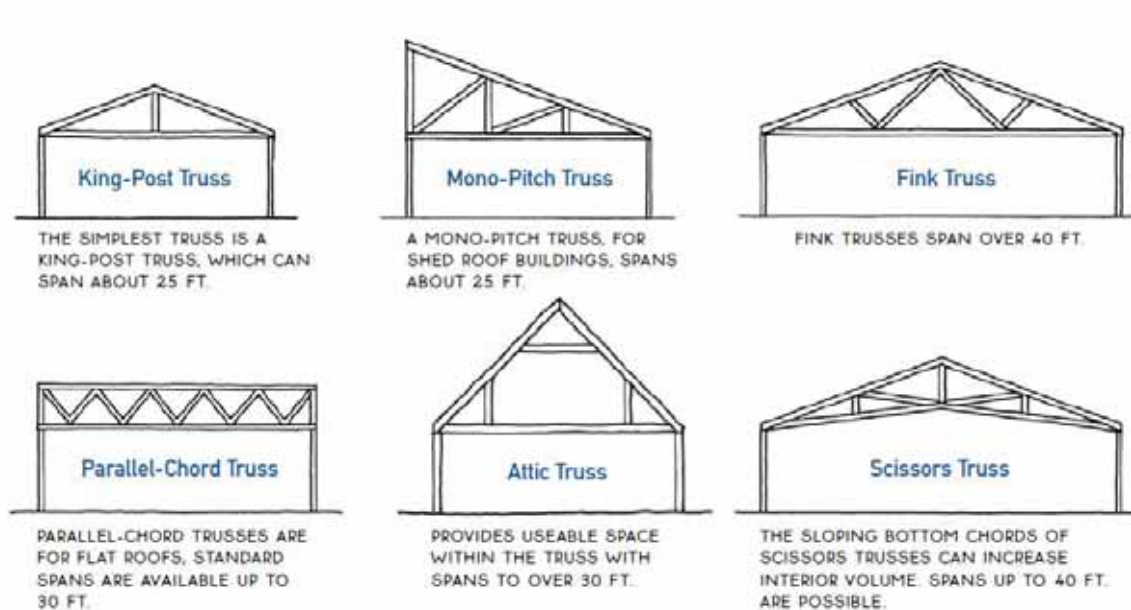


Figura 32 - Trelças mais utilizadas nos Estados Unidos para a cobertura de residências.

Fonte: Thallon (2008)

Deve-se atentar para o principal motivo das diferenças entre as coberturas americanas e brasileiras, que é a opção de telha escolhida. No Brasil as telhas mais utilizadas são as cerâmicas e conseqüentemente muito mais pesadas que as telhas asfálticas, necessitando de uma estrutura mais reforçada.

A instalação de portas e janelas, geralmente, é realizada após a finalização do *framing*, mas ela pode ocorrer em conjunto. Leva-se em média uma semana para a colocação desses materiais, considerando-se a colocação das fechaduras e de barreiras de água e umidade (KESIK & LIO, 1997).

Barreiras de umidade devem ser instaladas logo após a colocação das paredes e coberturas com o intuito de se reduzir a exposição das mesmas a umidade (CANADIAN WOOD COUNCIL, 2000).

3.2.7. Hidráulica e elétrica

Frequentemente, a instalação das partes hidráulicas e elétricas só ocorre quando todo o *framing* foi finalizado, nesta etapa o encanamento de água e esgoto, as tubulações de ventilação, o cabeamento elétrico, os alarmes de fumaça, pontos

de telefone e computador, e televisão a cabo são instalados, bem como banheiras e duchas maiores (KESIK & LIO, 1997).

Para o planejamento e execução dos serviços e instalações da rede elétrica e hidráulica deve-se seguir as normas NBR 5626 de instalações prediais de água fria, NBR 8160 de instalações prediais de esgoto sanitário, NBR13531 de elaboração de projetos de edificações e a NBR 5410 de instalações elétricas de baixa tensão.

A Figura 33, mostra as instalações elétricas e hidráulicas de uma edificação construída através do sistema *wood-frame*. E a Figura 34, mostra a passagem de cabos e canos pela estrutura de madeira dos *frames*.



Figura 33 - Instalações elétrica e hidráulica de residência em wood-frame.
Fonte: Do autor.

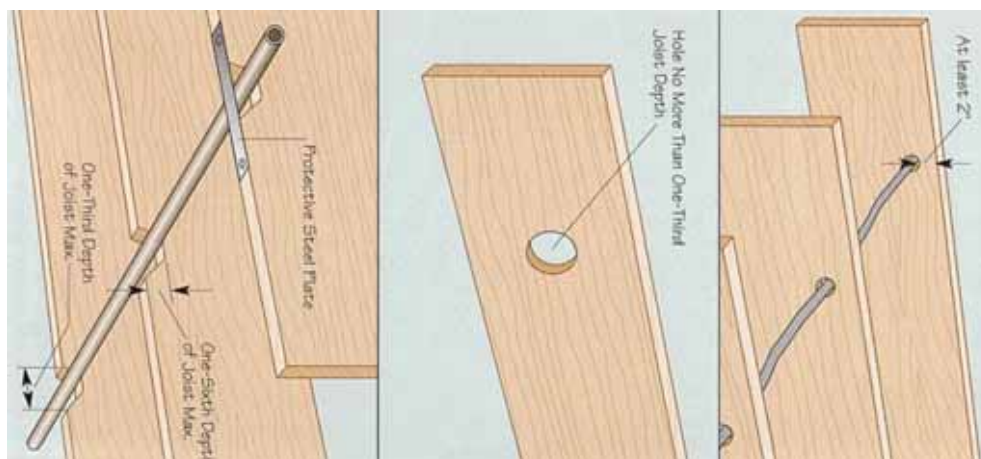


Figura 34 - Passagem de conduíte e encanamento nas peças da estrutura de framing.
Fonte: Wagner (2009)

3.2.8. Isolamento e barreiras vapor

Esta etapa deve ser executada em conjunto com o acabamento externo, a instalação do isolamento e das barreiras de vapor consome somente alguns dias quando todos os detalhes de penetração de umidade e correções foram considerados na etapa de projeto (KESIK & LIO, 1997).

O isolamento consiste no preenchimento dos vãos entre os *studs* com material de isolamento térmico e acústico, geralmente lã de vidro, enquanto a instalação das barreiras de vapor é através da aplicação de material que impeça a entrada de umidade nas estruturas de madeira (WAGNER, 2009). Uma importante barreira de vapor é a manta TyVEK, que permite a saída de umidade, mas impede a entrada (THALLON, 2008).

A Figura 35 e Figura 36, apresentam a instalação da manta reflexiva e a instalação de isolamento térmico e acústico entre os *studs*, respectivamente.



Figura 35 – Manta reflexiva finalizada.
Fonte: Do autor.

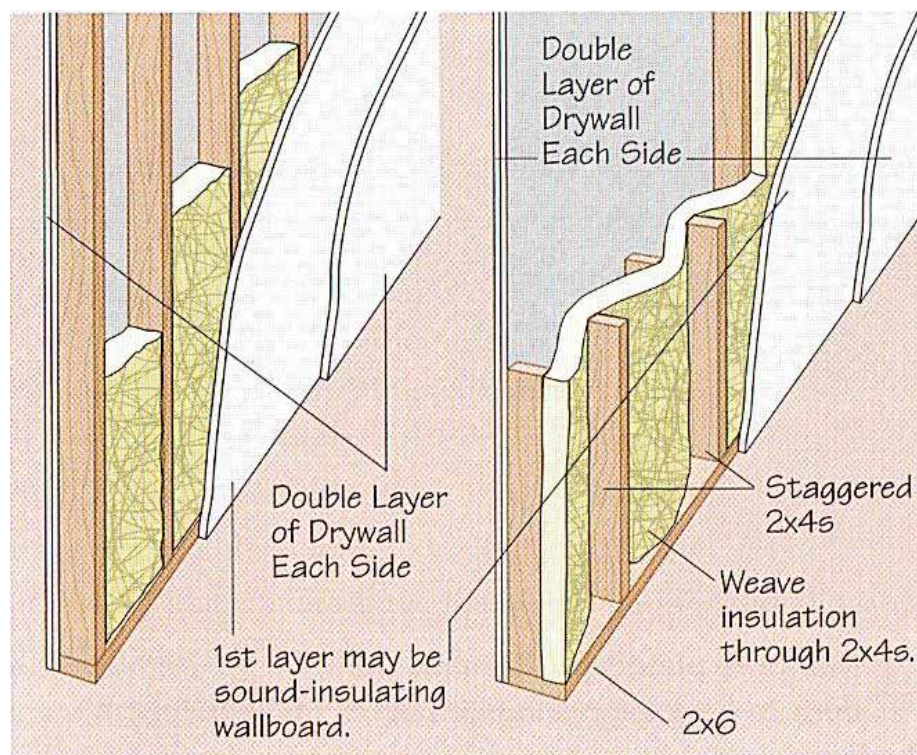


Figura 36 - Instalação do isolamento térmico/acústico.
Fonte: Wagner (2009)

3.2.9 Acabamento externo

O tempo gasto nesta etapa depende do tipo a ser aplicado de material de acabamento, levando de uma a duas semanas para se ter o serviço finalizado. Fazem parte do acabamento externo: tijolos, *siding* e estuque, além da instalação de

lambris, pingadeiras, calhas e da calafetagem de portas e janelas. A pintura das áreas externas também é considerada na etapa do acabamento externo (KESIK & LIO, 1997).



Figura 37 - Acabamento externo em chapas cimentícia, não finalizado.
Fonte: Do autor.

3.2.10. Acabamento interno

Inicia-se com a finalização do teto, paredes e pisos. A finalização da carpintaria de portas e janelas, e preparação para a inicialização da pintura e aplicação do verniz. São etapas que duram aproximadamente duas semanas (KESIK & LIO, 1997).



Figura 38 - Acabamento interno com gesso acartonado, não finalizado.
Fonte: Do autor.

3.2.11. Finalização

Com o acabamento externo finalizado, o restante das ligações dos acessórios hidráulicos e elétricos é instalado e a jardinagem existente é finalizada, além disso são instaladas as guarnições de portas e janelas e são colocados os lustres e espelhos de tomadas, levando em média duas semanas (KESIK & LIO, 1997).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do *checklist* utilizou-se o conhecimento gerencial e técnico apresentados no item de revisão bibliográfica.

Utilizando o ciclo de gerenciamento PDCA, o processo de construção em *wood-frame* foi analisado com foco no fenômeno do processo de construção, para visualizar como funciona e quais as etapas de construção em *wood-frame*. Nessa etapa foram definidas as macro e micro etapas de cada fase. Após isso, foi construído um mapa de relacionamento de processos, aplicando uma visão sistêmica do todo processo e detalhando cada fase.

Verificou-se também, quais os requisitos para garantir que cada etapa opere conforme o planejado e cumpra a sua função. Para essa análise utilizou-se a ferramenta de definição de escopo e interfaces de processo para cada macro etapa. Definiram-se quais as entradas e saídas de cada macro processo, indicado pela análise anterior, e quais as interfaces responsáveis por cada uma. E finalizando-se a análise com a definição de toda a sequência e as necessidades do processo de construção em *wood-frame*.

Com o auxílio dessas ferramentas de análise, foram definidas as etapas críticas do processo e necessidades de entrada de cada um deles, viabilizando, assim, a construção de um *checklist* de acompanhamento de uma construção em *wood-frame*.

Esse *checklist* deverá ser utilizado para que as pessoas envolvidas na obra saibam o que deve ser feito, as próximas etapas e quais as consequências de seu trabalho e desempenho para o resultado final da obra.

4.1. Processo *wood-frame*

Utilizando a ferramenta de estratificação a construção em *wood-frame* pode ser dividida em 4 etapas principais, ou macro etapas:

- Fundação;
- Paredes, pisos e cobertura;
- Infraestrutura;

➤ Acabamento e finalizações.

Aprofundando a estratificação, dentro de cada macro etapa estão contidas as micro etapas de construção do *wood-frame*. Dessa forma a divisão de etapas pode ser escrita como:

➤ Fundação;

- Terraplanagem;
- Escavações para o concreto;
- Montagem das formas;
- Armações de ferro;
- Colocação do concreto;
- Colocação dos fixadores.

➤ Paredes, pisos e cobertura;

- *Framing*;
- Treliça;
- Cobertura de contraventamento;
- Manta reflexiva e TyVEK
- Caibros e ripas;
- Telhas.

➤ Infraestrutura;

- Calhas;
- Hidráulica;
- Elétrica;
- Isolamento térmico/acústico.

➤ Acabamento e finalizações.

- Instalação de portas e janelas;
- Acabamento externo;
- Acabamento interno;
- Jardinagem e limpeza.

Utilizando a ferramenta de estratificação, nos processos propostos foi elaborado um quadro que detalha o sequenciamento das etapas básicas de construções residenciais em *wood-frame* (Figura 39). Nesse quadro foram apresentadas as etapas macro do processo e as etapas micro que compõem cada processo macro. Deve-se ressaltar que as etapas são sequenciais, mas isso não impede que algumas delas não possam ser trocadas de posição ou feitas simultaneamente, pois, algumas etapas são dinâmicas. As etapas que exclusivamente não podem ser alteradas ou serem executadas simultaneamente são: todas as etapas da fundação, o *framing*, as treliças e a cobertura de contraventamento. Essas fases são as principais para a conclusão do projeto com qualidade e segurança estrutural, uma vez que, para o início das etapas seguintes estas precisam estar finalizadas.

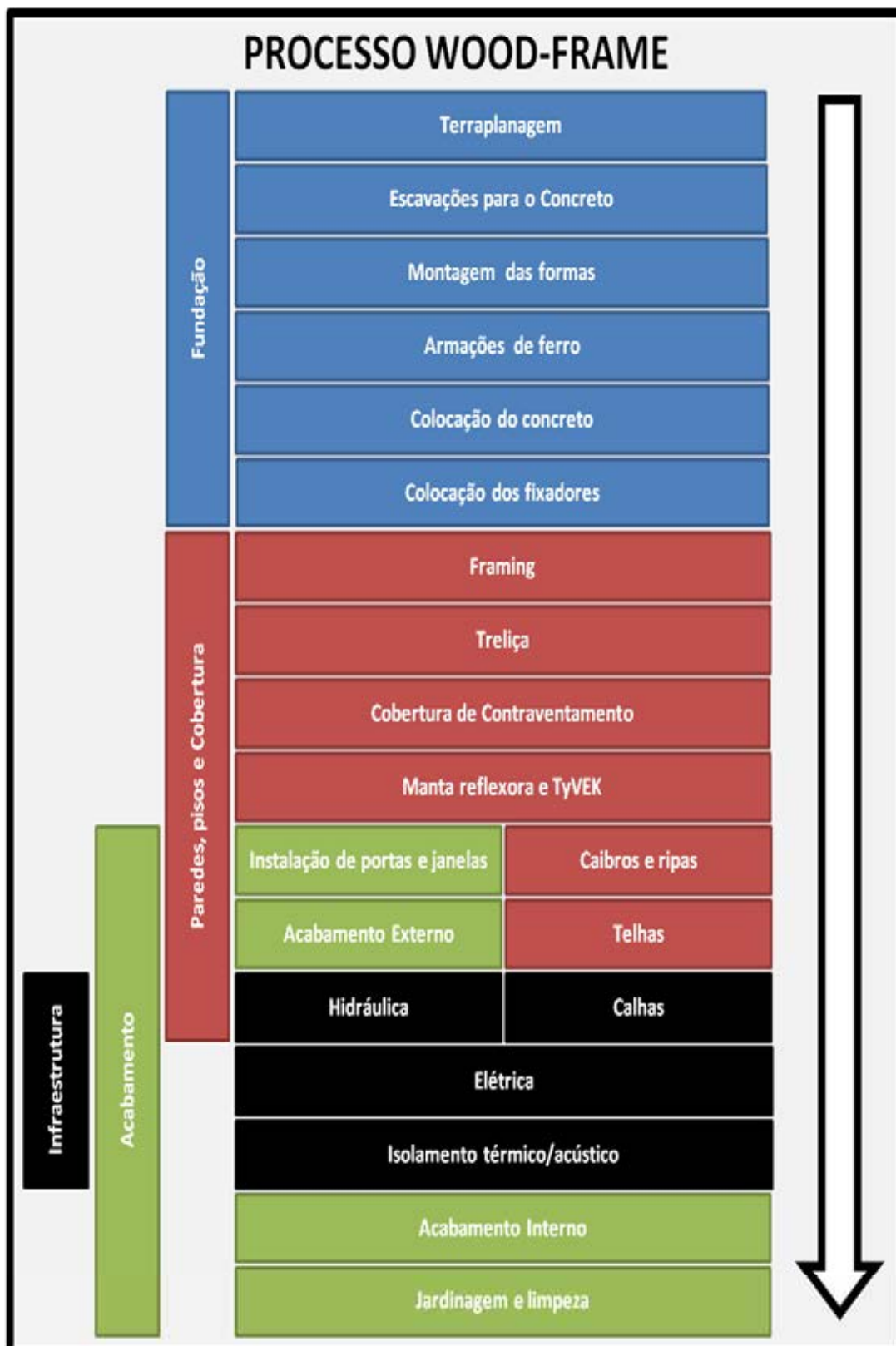


Figura 39 - Sequência do processo de construção de uma estrutura em *wood-frame*.

4.2. Mapa de relacionamento

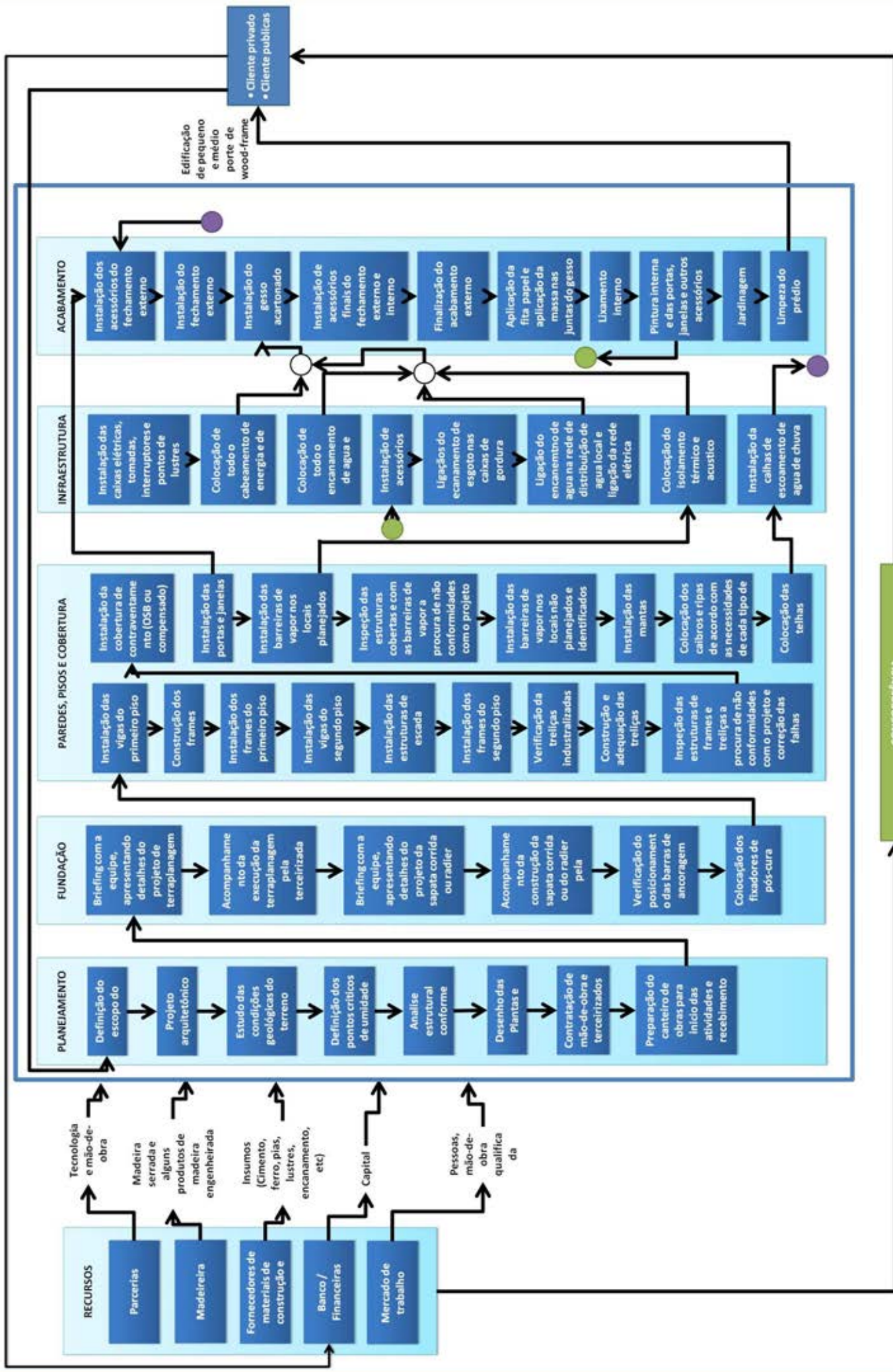
Com a definição da sequência de produção, o foco foi aberto garantindo a visão sistêmica do processo e de suas ligações. Com a visualização do todo, pode-se ver quais as relações do projeto, e da própria construção, com seus clientes, seus fornecedores e com seus reguladores, bem como as relações entre cada etapa e sub-etapa do processo. Utilizando a análise de funcional do ciclo PDCA e a ferramenta de mapa de relacionamento, apresentados na revisão bibliográfica.

O paralelismo de etapas no *wood-frame* ocorre somente no fim do processo, uma vez que as etapas não são independentes, mas sim obrigatórias para a sequência da construção.

O mapa de relacionamento da construção em *wood-frame* é apresentado na Figura 40. Nesse processo foi apresentado o que deve ser feito para se obter um edifício de dois andares em *wood-frame*. Algumas considerações do processo foram feitas:

- A terraplanagem e fundação serão feitas por empresa parceira e terceirizada;
- A maior parte das treliças serão produzidas industrialmente, em empresa parceira e terceirizada.

- Influências:**
- Desejos do cliente;
 - Limitações estruturais;
 - Limitações ambientais;
 - Limitações governamentais;
 - Orçamento;
 - Prazo;



Com a análise do mapa de relacionamento consegue-se definir qual a dependência de cada etapa do processo. A organização, ou engenheiro, responsável pela construção tem como obrigação entregar uma edificação em *wood-frame* dentro do que foi solicitado pelo cliente, sem modificação de prazos e custos contratados.

O cliente tem como obrigação conseguir o capital que será utilizado para a compra dos materiais e pagamento de todos os custos e lucros da organização responsável pela construção, bem como durante a etapa de planejamento, definir como é a residência que deseja, além de estar disponível ao arquiteto e engenheiro para explanação adequada e esclarecimento de possíveis dúvidas sobre o escopo do projeto. Ao fim do planejamento, o cliente deve validar o projeto, plantas e desenhos, afirmando que está de acordo com o que será construído. Durante a construção verificar periodicamente, para acompanhar o *status* da construção.

As empresas parceiras devem entregar o produto e serviços solicitados pelo engenheiro responsável pela construção, uma vez que detém recursos tecnológicos e de mão de obra especializada para a execução de serviços específicos. Essas entregas devem ser esclarecidas durante o planejamento e contratação do serviço, portanto, o planejamento do projeto deve ser feito em conjunto com as terceirizadas, ou no mínimo, envolvê-las durante o planejamento das entregas em que estas terão autoridade e responsabilidade.

As madeiras são as fornecedoras de insumos a base de madeira, principalmente madeira serrada. Esse material deve ser entregue nas dimensões e quantidade solicitadas de acordo com o romaneio do projeto da residência. Além disso, as peças que forem solicitadas tratamento químico contra organismos xilófagos ou antifogo, devem estar identificadas das demais. Todos os materiais de madeira devem ter sua umidade controlada e serem entregues com um teor de umidade muito próximo a do equilíbrio, para se evitar que esta apresente defeitos quando começar a ganhar ou perder umidade.

Os outros fornecedores são responsáveis pelas entregas de chapas de madeira, telhas, mantas, isolamentos, barreiras de vapor, pias, cabeamento, tubos e conexões, ferragens, etc. Esses materiais devem ser entregues de acordo com as solicitações, ou seja, na quantidade, qualidade e no prazo solicitado.

Deve-se ressaltar que atrasos, de qualquer fonte de recurso, acarretarão no atraso da entrega da construção, bem como a qualidade dos produtos

acarretarão na falta de qualidade da edificação. Além disso. Se as entregas forem adiantadas, possivelmente não haverá espaço e local adequado para o armazenamento dos materiais, fazendo com que os insumos estraguem, gerando mais resíduos, mais custos e conseqüentemente atrasos, pois serão necessárias novas compras e novas entregas.

4.3. Diagrama de Escopo e Interface de Processo

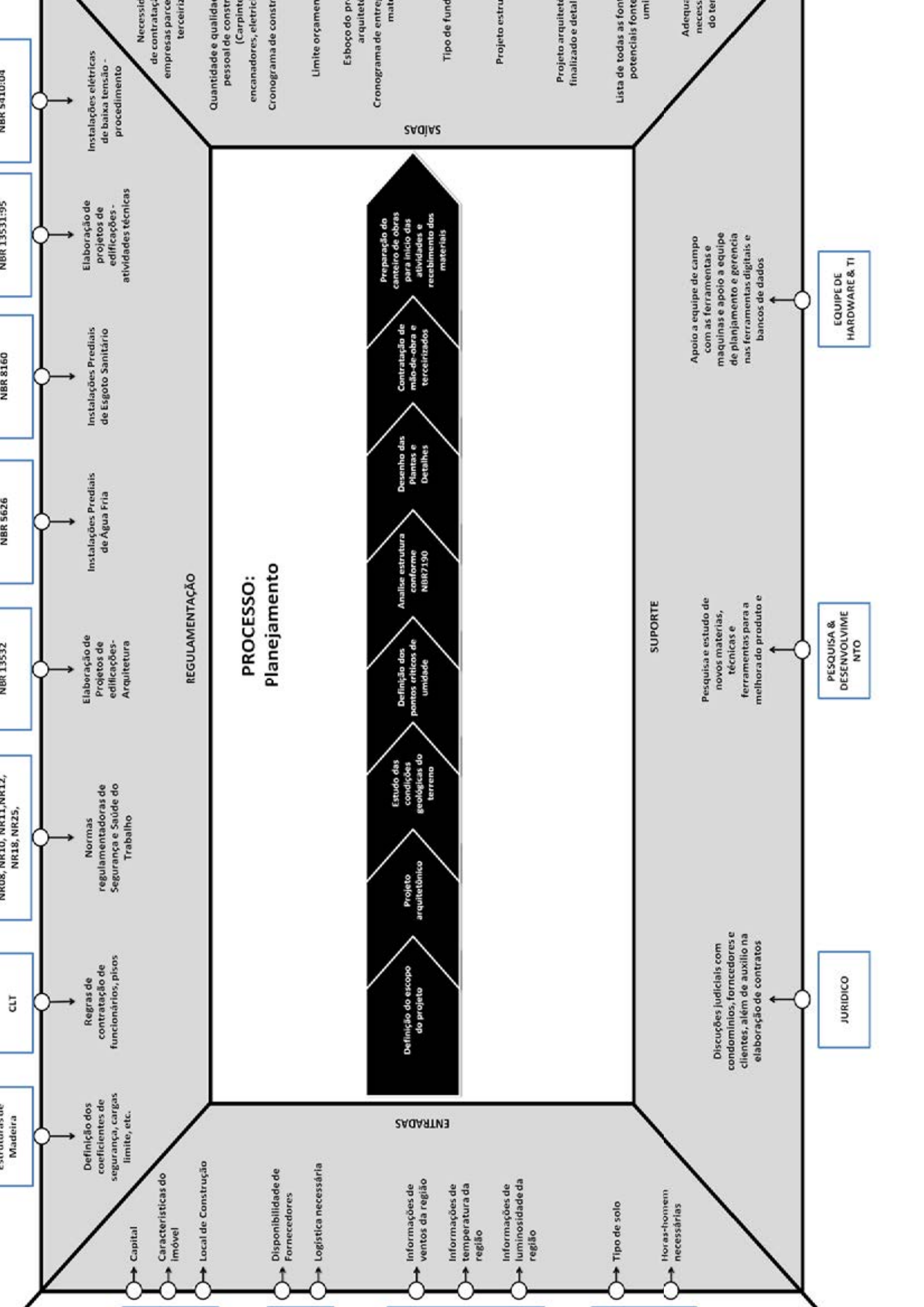
Com a conclusão do mapa de relacionamento, concluiu-se também a fase de análise funcional, possibilitando a realização da análise de fenômeno do PDCA e foi utilizada a ferramenta de Diagrama De Escopo E Interface De Processo.

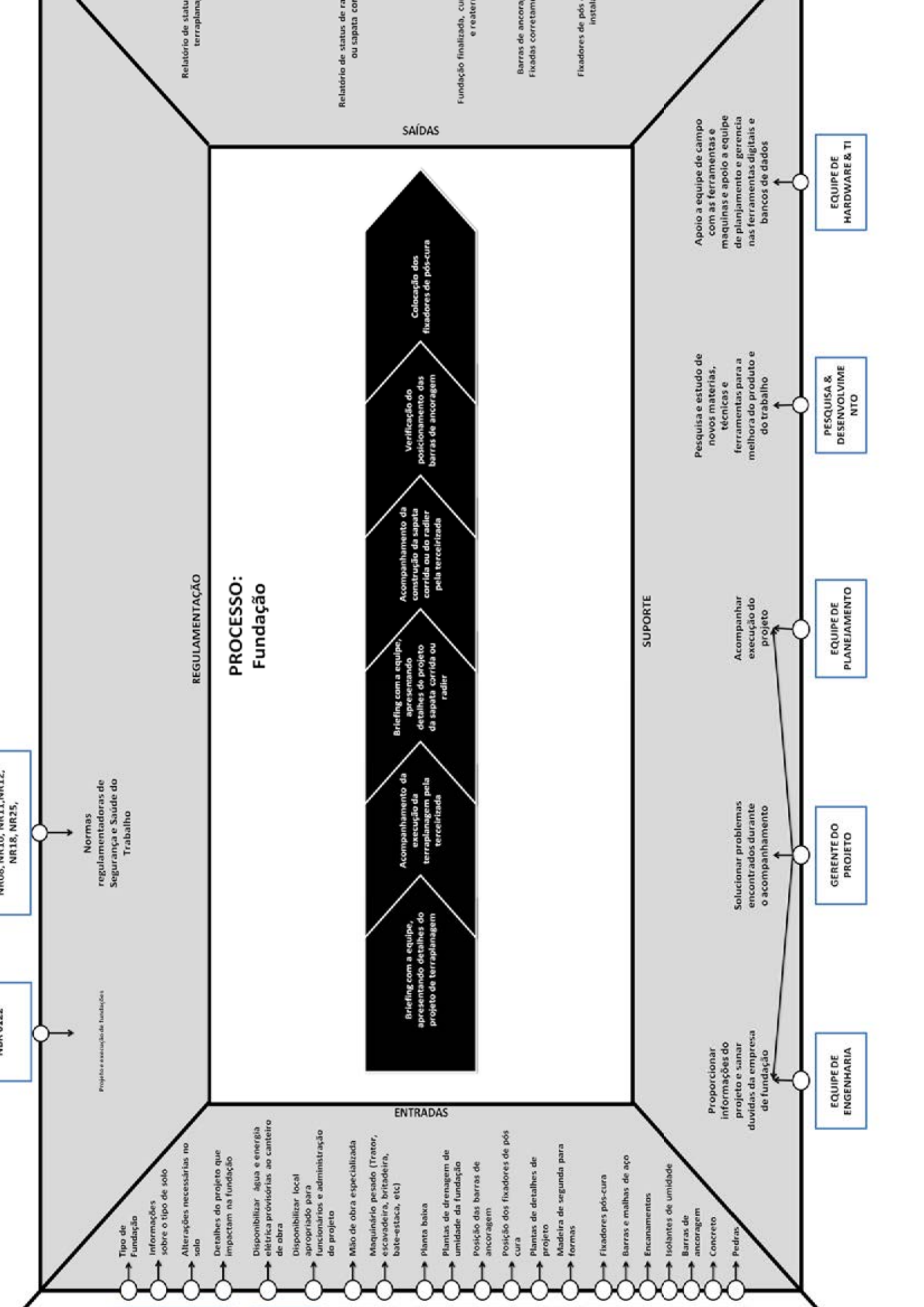
Nessa etapa pode-se obter o diagnóstico do processo, avaliando-se a qualidade das entradas e saídas. Caso uma entrada esteja não conforme, provavelmente haverá impacto nas saídas do processo, porém se todas as entradas estiverem conformes e, mesmo assim, houver saídas não conformes, evidenciam-se problemas no processo.

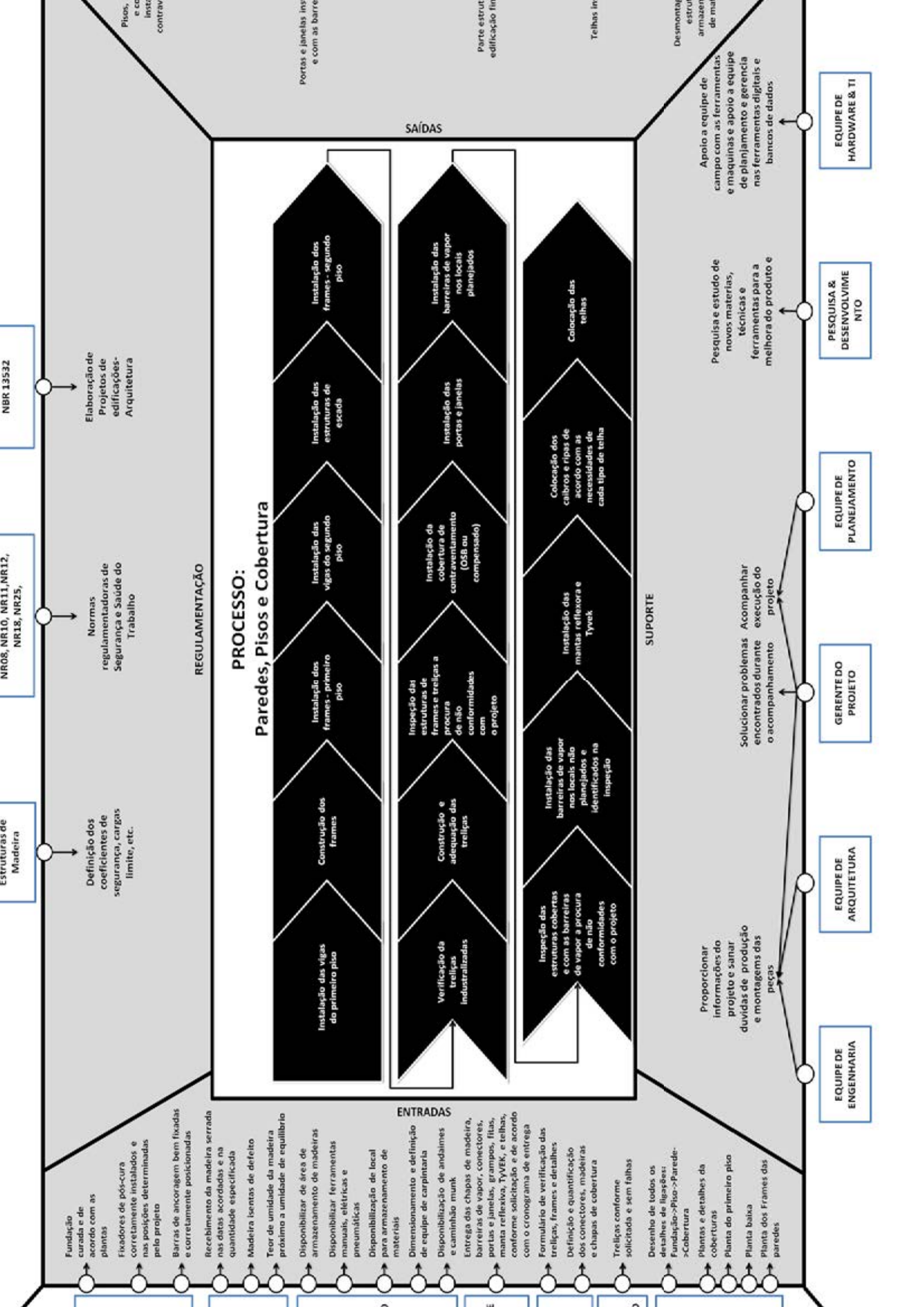
Essa ferramenta foi utilizada para se avaliar quais as interfaces que devem ser controladas para se garantir que todas estejam boas.

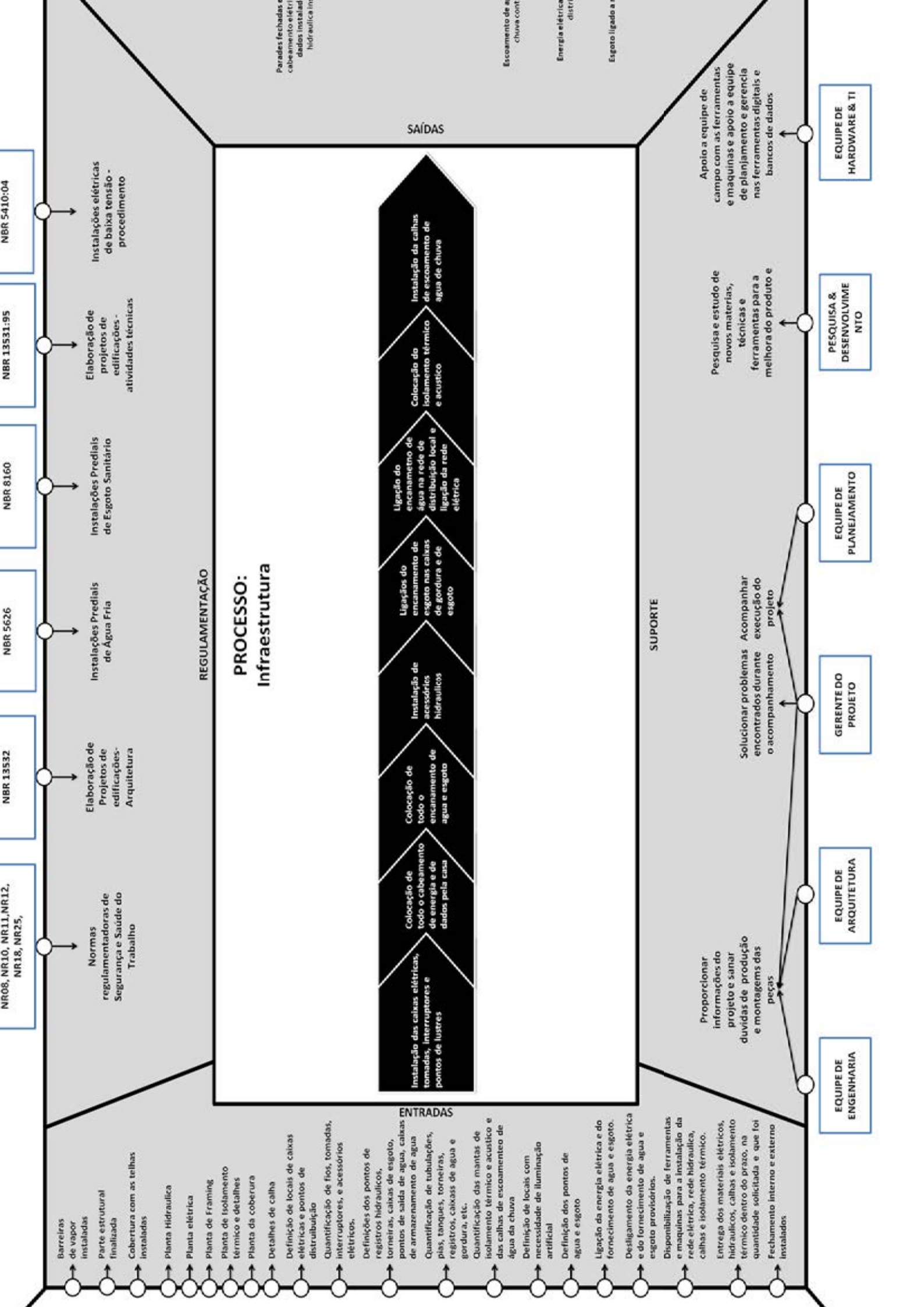
Foi realizado um diagrama para cada etapa do processo de construção, com base nos clusters identificados no mapa de relacionamento, são eles:

- Planejamento (Figura 41);
- Fundação (Figura 42);
- Pisos, Paredes e Cobertura (Figura 43);
- Infraestrutura (Figura 44);
- Acabamento e finalizações (Figura 45).









Após a finalização dos diagramas de escopo e interfaces de processo, foram identificadas em cada interface e quantificadas as entradas em que estas são responsáveis, independente se as entradas se repetem para outros processos. Essa quantificação, bem como a composição e objetivos principais de cada interface, é apresentado na Tabela 05.

Tabela 05 - Tabela com o resumo de entradas por interface. Quantidade de entradas, porcentagem de acumulo de entradas e responsabilidade de cada interface.

Interface	Quantidade de entradas responsáveis	Acumulo de entradas	Responsabilidade
Desenhista	21	23,1%	Desenhos plantas e desenhos computacionais. Plantas e detalhamentos.
Equipe de Planejamento	14	15,4%	Dimensionar equipes, proporcionar infra estruturas para a execução de serviços, integrar áreas e equipes.
Equipe de Engenharia	14	15,4%	Dimensionar estruturas, acompanhar execução, quantificar materiais, solucionar problemas. Deve ter uma visão sistêmica da construção.
Fornecedor de Insumos	10	11,0%	Fornecer materiais conforme solicitado.
Equipe de Arquitetura	8	8,8%	Ilustrar e projetar edificação, conforme desejo do cliente.
Equipe de Carpintaria	6	6,6%	Conhecer o material "madeira" e compreender plantas e detalhes.
Empresa de Fundação	5	5,5%	Ajudar no projeto da fundação e construir conforme planejado.
Madeireira	4	4,4%	Fornecer materiais madeireiros conforme a qualidade solicitada e cumprindo o cronograma.
Cliente	3	3,3%	Explanar seus desejos e fornecer capital.
Empresa de Trelças pré-industrializadas	1	1,1%	Ajudar no projeto da cobertura e construir conforme planejado.
Equipe de Acab.	1	1,1%	Executar o acabamento interno e externo com perfeição e sem a ocorrência de erros/falhas.
Equipe de Calhas	1	1,1%	Instalar as calhas para garantir o escoamento de água de chuva para a rede de esgoto, eliminando o risco de umidade nas áreas de framing.

Equipe Elétrica	1	1,1%	Instalar a rede e acessórios elétricos como projetado. Garantindo a distribuição da energia pela casa de forma segura.
Equipe Hidráulica	1	1,1%	Instalar a rede e acessórios hidráulicos como projetado. Garantindo a distribuição de água e coleta de esgoto pela casa de forma segura.
Equipe de Isolamento	1	1,1%	Instalação dos materiais de isolamento térmico e acústico

Com as informações apresentadas foi construído um gráfico de Pareto, definindo quais as interfaces com maior responsabilidade sobre a obra, como mostrado na Figura 46.

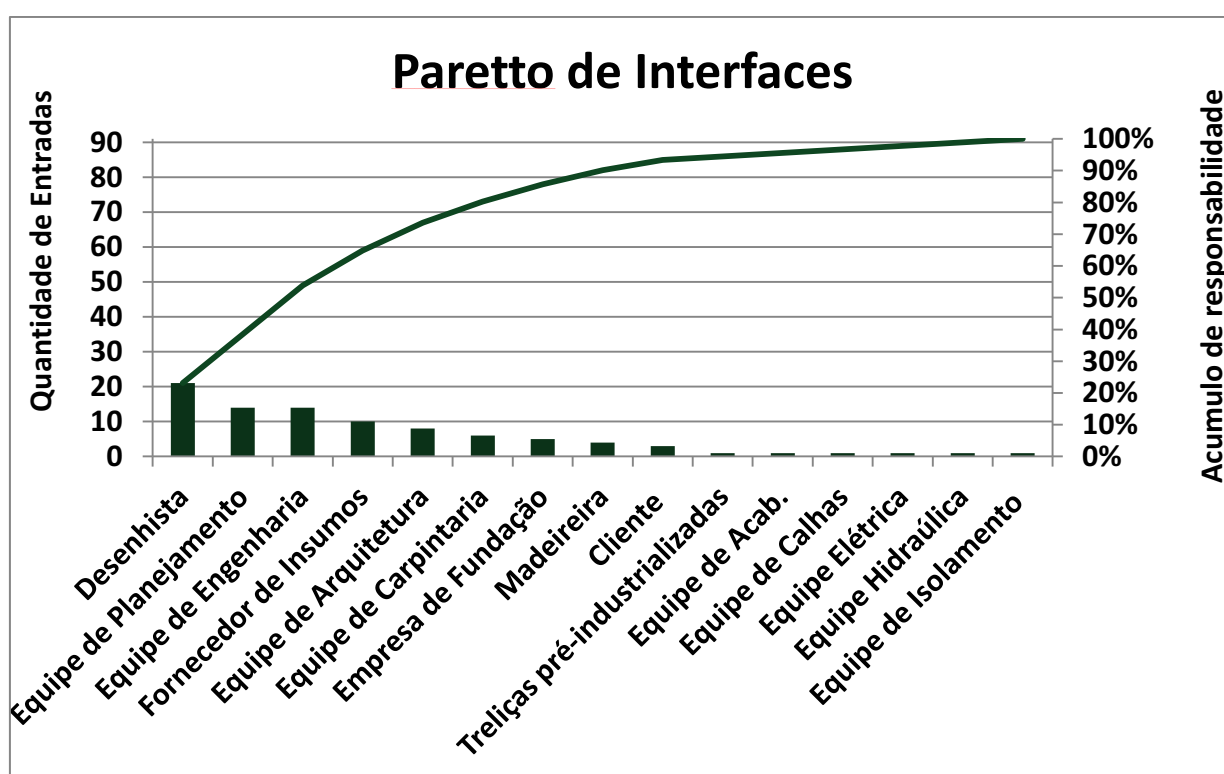


Figura 46 - Gráfico de Pareto das responsabilidades das interfaces de construção.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a análise funcional e a análise de fenômeno concluídas pode-se afirmar que os principais processos são:

- Planejamento;
- Fundação e;
- *Framing*.

Uma vez que estes garantem a qualidade das etapas posteriores. Além disso, podem-se identificar as interfaces responsáveis pela maioria das entradas do processo de construção em *wood-frame*, são:

- Desenhista;
- Equipe de planejamento;
- Equipe de engenharia;
- Fornecedor de insumos;
- Equipe de arquitetura e;
- Equipe de carpintaria.

Com as informações analisadas foi definido e descrito um *checklist* de acompanhamento do processo de construção, com o objetivo de se controlar todas as entradas dos processos, e garantir a qualidade das entradas e consequentemente a qualidade das saídas.

O *checklist* proposto foi elaborado para um processo de construção em *wood-frame* básico, de médio e pequeno porte. Para residências e edificações mais elaboradas o *checklist* pode, e deve ser incrementado para se controlar ao máximo a execução ou não das atividades da construção. Porém as etapas, básicas, e comuns a todas as construções em *wood-frame* estão dentro do escopo do *checklist*. O *checklist* de acompanhamento está apresentado na Tabela 06.

Pode-se utilizar outras ferramentas no acompanhamento de projetos, como gráficos de Gantt, planos de ação e softwares de acompanhamento como MS Project. Porém o acompanhamento no canteiro de obras deve ser de fácil

preenchimento e acessível ao ambiente de construção, sendo simples e de fácil acesso, portanto a ferramenta *checklist* é a mais básica.

Tabela 06 - *Checklist* de acompanhamento de construção em *wood-frame*.

1. PLANEJAMENTO			
Etapa / Status	Ação	Responsável	Etapas precedentes
1.1 ()	Definir limite orçamentário.	Cliente	
1.2 ()	Apresentar terreno.	Cliente	
1.3 ()	Detalhar dimensões do terreno.	Equipe de engenharia	1.2
1.4 ()	Definir direcionamento de <i>design</i> e características do imóvel desejado.	Cliente	
1.5 ()	Definir características da região do terreno (Luminosidade, direção e intensidade de ventos, tráfego de veículos, ruídos, temperatura média).	Equipe de engenharia	1.2
1.6 ()	Criar esboço do projeto arquitetônico.	Equipe de arquitetura	1.1 / 1.3 / 1.4 / 1.5
1.7 ()	Validar esboço com equipe de engenharia e com o cliente.	Equipe de arquitetura	1.6

1.8 ()	Criar projeto arquitetônico.	Equipe de arquitetura	1.7
1.9 ()	Criar modelo 3D do projeto arquitetônico.	Equipe de arquitetura	1.8
1.10 ()	Validar projeto arquitetônico com a equipe de engenharia e cliente.	Desenhista	1.9
1.11 ()	Executar estudo do solo.	Equipe de engenharia	1.3
1.12 ()	Definir alterações de solo necessárias.	Equipe de engenharia	1.10 / 1.11
1.13 ()	Fazer projeto estrutural da edificação. De acordo com a NBR7190.	Equipe de engenharia	1.10 / 1.12
1.14 ()	Desenhar Planta Baixa.	Desenhista	1.13
1.15 ()	Desenhar Planta detalhada dos Pisos.	Desenhista	1.13
1.16 ()	Desenhar Planta detalhada das Paredes.	Desenhista	1.13
1.17 ()	Desenhar Planta detalhada da Cobertura.	Desenhista	1.13

1.18 ()	Desenhar Planta detalhada da Elétrica.	Desenhista	1.13
1.19 ()	Desenhar Planta detalhada da Hidráulica.	Desenhista	1.13
1.20 ()	Desenhar Planta detalhada do acabamento interno e externo.	Desenhista	1.13
1.21 ()	Quantificar todos os materiais necessários para o projeto.	Equipe de engenharia	1.13
1.22 ()	Quantificar a necessidade de horas-homem para cada etapa de projeto.	Equipe de engenharia	1.13
1.23 ()	Definir equipes de trabalho (<i>Framing</i> , acabamento, elétrica, hidráulica, etc).	Equipe de Planejamento	1.13
1.24 ()	Contratar empresa de fundação e empresa de treliças pré-industrializadas.	Equipe de Planejamento	1.13
1.25 ()	Validar todos os desenhos com equipe de engenharia, equipe de arquitetura, todas as equipes de trabalho e com as empresas terceirizadas.	Desenhista	1.14 / 1.15 / 1.16 / 1.17 / 1.18 / 1.19 / 1.20 / 1.23 / 1.24
1.26 ()	Definir cronograma da obra.	Equipe de Planejamento	1.22 / 1.23 / 1.24
1.27 ()	Validar cronograma de obra com as empresas terceirizadas, equipes de trabalho e equipe de engenharia.	Equipe de Planejamento	1.26

1.28 ()	Definir cronograma de entrega de materiais no canteiro de obra.	Equipe de Planejamento	1.22 / 1.23 / 1.24 / 1.27
1.29 ()	Validar cronograma de entrega de materiais com as fornecedoras de insumos e equipe de engenharia.	Equipe de Planejamento	1.28
1.30 ()	Proporcionar energia elétrica e fornecimento de água provisório ao canteiro de obra.	Equipe de Planejamento	1.25
1.31 ()	Proporcionar local para o armazenamento de matéria-prima no canteiro de obras.	Equipe de Planejamento	1.25
1.32 ()	Proporcionar local para os trabalhadores da obra e para o armazenamento das documentações.	Equipe de Planejamento	1.25
1.33 ()	Divulgar todas as plantas, pessoal envolvido, cronograma de obra e de entrega de materiais e escopo da obra para todas as equipes (tanto de obra, como de administração), empresas parceiras e cliente.	Equipe de Planejamento	Todas as etapas anteriores
1.34 ()	Disponibilizar todas as plantas e desenhos na obra.	Equipe de Planejamento	Todas as etapas anteriores

2. Fundação

Etapa / Status	Ação	Responsável	Etapas precedentes
2.1 ()	Maquinário e funcionários no canteiro de obra.	Empresa de fundação	1.33 / 1.34

2.2 ()	Terreno desmatado e destocado.	Empresa de fundação	2.1
2.3 ()	Terreno limpo e camada vegetal retirada.	Empresa de fundação	2.1 / 2.2
2.4 ()	Executar o layout da fundação no terreno.	Empresa de fundação	2.3
2.5 ()	Escavações realizadas.	Empresa de fundação	2.1 / 2.3
2.6 ()	Cota de fundo conforme projetado.	Empresa de fundação	2.5
2.7 ()	Inclinação dos taludes conforme projetado.	Empresa de fundação	2.5
2.8 ()	Compactação do terreno.	Empresa de fundação	2.6 / 2.7
2.9 ()	Recebimento do relatório de status da execução da terraplanagem de empresa terceirizada.	Empresa de fundação	2.8
2.10 ()	Execução da base da fundação.	Empresa de fundação	2.8
2.11 ()	Colocação das armações de ferro.	Empresa de fundação	2.10

2.12 ()	Colocação das barras de ancoragem.	Empresa de fundação	2.11
2.13 ()	Montagem das formas de concreto.	Empresa de fundação	2.12
2.14 ()	Preenchimento das formas com concreto.	Empresa de fundação	2.13
2.15 ()	Concreto curado.	Empresa de fundação	2.14
2.16 ()	Retirada das formas de concreto.	Empresa de fundação	2.15
2.17 ()	Aplicação da barreira de vapor na fundação.	Equipe de Hidráulica	2.16
2.18 ()	Instalação dos encanamentos de drenagem de água.	Equipe de Hidráulica	2.17
2.19 ()	Colocação de pedriscos acima do encanamento de drenagem.	Empresa de fundação	2.18
2.20 ()	Reaterrar fundação.	Empresa de fundação	2.19
2.21 ()	Furação da fundação para o recebimento dos fixadores de pós-cura.	Equipe de Framing	2.15

2.22 ()	Recebimento do relatório de status da execução da fundação de empresa terceirizada.	Empresa de fundação	2.20 / 2.21
3. Pisos, paredes e cobertura.			
Etapa / Status	Ação	Responsável	Etapas precedentes
3.1 ()	Preparação de área para recebimento de peças de madeira serrada, chapas de madeira e conectores.	Madeiraira	2.20 / 2.21
3.2 ()	Receber madeiras na quantidade especificada, nas dimensões projetadas e nas qualidades solicitadas.	Madeiraira	3.1
3.3 ()	Receber chapas de madeira.	Fornecedor de insumos	3.1
3.4 ()	Receber conectores.	Fornecedor de insumos	3.1
3.5 ()	Posicionamento das vigas do primeiro piso na fundação.	Equipe de Framing	3.2
3.6 ()	Montagem e ligação das peças do primeiro piso.	Equipe de Framing	3.5
3.7 ()	Montagem dos frames do primeiro piso.	Equipe de Framing	3.6

3.8 ()	Colocação da cobertura de OSB no primeiro piso.	Equipe de Framing	3.7
3.9 ()	Caminhão munk em posição.	Equipe de Planejamento	3.8
3.10 ()	Posicionamento das vigas do segundo piso nos frames do primeiro andar.	Equipe de Framing	3.9
3.11 ()	Montagem e ligação das peças do segundo piso.	Equipe de Framing	3.10
3.12 ()	Montagem das estruturas de escada de ligação entre o primeiro e segundo piso.	Equipe de Framing	3.11
3.13 ()	Montagem dos frames do segundo piso.	Equipe de Framing	3.9 / 3.12
3.14 ()	Colocação da cobertura de OSB no segundo piso.	Equipe de Framing	3.13
3.15 ()	Recebimento das treliças pré-fabricadas.	Empresa de treliças pré-fabricadas	3.13
3.16 ()	Instalação das treliças acima dos frames do segundo piso.	Equipe de Framing	3.9 / 3.13 / 3.15
3.17 ()	Análise das estruturas instaladas a procura de falhas e correção dos pontos encontrados.	Equipe de Framing	3.16

3.18 ()	Instalação do OSB de cobertura e contraventamento nos frames do segundo e primeiro pisos e de cobertura das treliças.	Equipe de Framing	3.9 / 3.16
3.19 ()	Recebimento de portas e janelas.	Fornecedor de insumos	3.16
3.20 ()	Instalação das portas e janelas.	Equipe de Framing	3.17
3.21 ()	Recebimento de mantas reflexivas, mantas TyVEK, e acessórios de barreiras de vapor	Fornecedor de insumos	3.16
3.22 ()	Aplicação de barreiras de vapor em toda a estrutura, portas e janelas.	Equipe de Framing	3.20 / 3.21
3.23 ()	Aplicar e instalar mantas reflexivas, nas paredes de cobertura.	Equipe de Framing	3.20 / 3.21
3.24 ()	Aplicar Tyvek, nas paredes de cobertura.	Equipe de Framing	3.20 / 3.21
3.25 ()	Instalar acessórios de apoio para a instalação das telhas.	Equipe de Framing	3.9 / 3.18
3.26 ()	Colocar telhas e colocação das cumeeiras.	Equipe de Framing	3.9 / 3.18
3.27 ()	Desmontar estruturas de armazenamento de materiais.	Equipe de Planejamento	3.26

4. Infraestrutura			
Etapa / Status	Ação	Responsável	Etapas precedentes
4.1 ()	Recebimento do material de energia elétrica.	Fornecedor de insumos	3.18
4.2 ()	Recebimento do material da rede hidráulica.	Fornecedor de insumos	3.18
4.3 ()	Recebimento dos materiais da calha.	Fornecedor de insumos	3.18
4.4 ()	Recebimento dos materiais de isolamento térmico/acústico.	Fornecedor de insumos	3.18
4.5 ()	Furação das passagens de fios elétricos e de dados nos frames.	Equipe de elétrica	3.18
4.6 ()	Instalação de caixas elétricas.	Equipe de elétrica	4.1 / 4.5
4.7 ()	Instalação da rede de fios elétricos e dados.	Equipe de elétrica	4.6
4.8 ()	Instalação de interruptores, tomadas e disjuntores.	Equipe de elétrica	4.6 / 4.7

4.9 ()	Ligar os acessórios elétricos na rede elétrica da casa.	Equipe de elétrica	4.8
4.10 ()	Disponibilizar energia elétrica com a fornecedora (CPFL, ELETROPAULO, ELEKTRO, etc).	Equipe de planejamento	4.9
4.11 ()	Ligar a rede elétrica da casa na rede elétrica de distribuição.	Equipe de elétrica	4.10
4.12 ()	Desligar rede elétrica provisória.	Equipe de planejamento	4.11
4.13 ()	Furação das passagens de encanamentos de água e esgoto.	Equipe de hidráulica	3.18
4.14 ()	Instalação das caixas de esgoto e de armazenamento de água.	Equipe de hidráulica	4.13 / 4.2
4.15 ()	Instalação dos encanamentos de água e esgoto.	Equipe de hidráulica	4.14
4.16 ()	Ligações dos encanamentos de água nas caixas de armazenamento e os encanamentos de esgoto nas caixas de esgoto.	Equipe de hidráulica	4.15 / 4.14
4.17 ()	Disponibilizar fornecimento de água e de coleta de esgoto com empresas de distribuição.	Equipe de planejamento	4.16
4.18 ()	Ligar a rede de água e esgoto da fornecedora com a rede de água e esgoto da casa.	Equipe de hidráulica	4.17

4.19 ()	Desligar fornecimento de água provisória.	Equipe de planejamento	4.18
4.20 ()	Instalar manta de isolamento térmico e acústico nos vãos dos montantes e treliças.	Equipe de isolamento	4.11 / 4.18
4.21 ()	Instalação das calhas na estrutura do telhado.	Equipe de calhas	3.18 / 4.3

5. Acabamento e finalizações

Etapa / Status	Ação	Responsável	Etapas precedentes
5.1 ()	Colocação de acessórios para a fixação do fechamento interno.	Equipe de acab. interno	4.11 / 4.18 / 4.20
5.2 ()	Colocação de acessórios para a fixação do fechamento externo.	Equipe de acab. externo	4.11 / 4.18 / 4.20 / 4.3
5.3 ()	Instalação do fechamento interno (gesso acartonado e lambris).	Equipe de acab, interno	5.1
5.4 ()	Instalação do fechamento externo (<i>Sidding</i> , tijolos, chapa cimentícia).	Equipe de acab, externo	5.2
5.5 ()	Aplicação das fitas de ligação dos acabamentos interno e externo.	Equipe de acabamento	5.1 / 5.2

5.6 ()	Aplicação das massas de acabamento interno e externo.	Equipe de acabamento	5.5
5.7 ()	Lixamento das massas de acabamento interno e externo.	Equipe de acabamento	5.6
5.8 ()	Reaplicação das massas de acabamento interno e externo.	Equipe de acabamento	5.7
5.9 ()	Re-lixamento das massas de acabamento interno e externo.	Equipe de acabamento	5.8
5.10 ()	Pintura das paredes.	Equipe de acabamento	5.9
5.11 ()	Aplicação de Verniz e <i>Stain</i> nas madeiras exposta.	Equipe de acabamento	5.9
5.12 ()	Instalação das pias, e gabinetes de banheiro.	Equipe de acabamento	5.10 / 5.11
5.13 ()	Instalação das ferragens hidráulicas.	Equipe de hidráulica	5.12
5.14 ()	Instalação dos espelhos de tomada e lustres.	Equipe de elétrica	5.10 / 5.11
5.15 ()	Instalação dos pisos.	Equipe de acabamento	5.13 / 5.14

5.16 ()	Instalação dos rodapés e gessos.	Equipe de acabamento	5.15
5.17 ()	Execução da jardinagem.	Equipe de jardinagem	5.16
5.18 ()	Limpeza geral.	Equipe de limpeza	5.17
5.19 ()	Fazer varredura na edificação à procura de falhas e problemas. E providenciar solução dos problemas encontrados.	Equipe de engenharia	5.18
5.20 ()	Limpeza geral.	Equipe de limpeza	5.20
5.21 ()	Entregar chaves para o cliente.	Toda a equipe	5.21

O gerente de obra pode utilizar o *checklist* como ferramenta de acompanhamento e andamento da obra, onde podem ser previstos os atrasos e possíveis problemas de qualidade e conseqüentemente a redução de custos. O *checklist* proposto é o básico que se deve controlar e acompanhar, para cada projeto. O *checklist* de acompanhamento deve ser revisado e adequado as características de cada um.

O checklist pode ser comparado com os documentos de inspeção de construções dos países norte americanos, onde esses, listam os pontos de verificação das residências.

6. CONCLUSÃO

O processo construtivo em wood-frame é sequencial e possui poucas etapas paralelas uma vez que estas são extremamente interdependentes.

As etapas chave do processo de construção em wood-frame foram a fundação, o framing e cobertura e o contraventamento, uma vez que são responsáveis pela qualidade e segurança estrutural das residências.

Com as definições da sequência de construção e das etapas fundamentais do processo wood-frame foi proposto um checklist de acompanhamento que auxilia e facilita o mesmo, visto que neste estão contidas todas as tarefas que devem ser executadas pelos construtores, para que se evite a não execução de tarefas, e retrabalhos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial 2009**. Curitiba, 2009.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.
- AMERICAN WOOD COUNCIL. **Details for conventional wood frame construction**. Washington, Dc: American Forest & Paper Association., 2001.
- CALIL JÚNIOR, Carlito; DIAS, Antonio Alves. UTILIZAÇÃO DA MADEIRA EM CONSTRUÇÕES RURAIS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, São Carlos, n.01, p.71-77, 1997.
- CAMPOS, V. FALCONI. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 1994.
- CANADIAN WOOD COUNCIL. **Building performance Series**. Ottawa: Lomor Printer Ltd., 2000.
- CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Construção Civil: Análise e Perspectiva**. Brasília, 2010.
- FAHERTY, Keith F; WILLIAMSON, Thomas G. **Wood engineering and construction handbook**. Nova Iorque: Mcgraw-hill, 1999.
- GAWANDE, A. **Checklist Manifesto - How to get things right**. New York: Metropolitan Books, 2009.
- GONÇALVES, Marcos Tadeu Tibúrcio. **Contribuição para o estudo da usinagem de madeiras**. 1990. 228 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1990.
- JÚLIO YUKIO SHIMIZU. **Movimento da Terra**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Departamento de Engenharia Civil., 2002.
- KESIK, Theodore Jonathon; LIO, Michael. **Canadian wood-frame house construction**. Ottawa: Canada Mortgage And Housing Corporation, 1997. 321 p.
- MORALES, Elen Aparecida Martines. **Notas de Aula - Propriedades Mecânicas da Madeira**. Itapeva: Universidade Estadual Paulista, 2012.
- NEWMAN, Morton. **Design & Construction of wood-framed building**. Nova Iorque: Mcgraw-hill, Inc., 1995.
- PFEIL, Walter; PFEIL, Michéle. **Estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: Ltc - Livros Técnicos e Científicos Editora S.a., 2003.

POWELL, Kevin L.; TILOTTA, David C.; MARTINSON, Karen L.. **Assessment of reaserch and technology transfer needs for wood-frame housing**. Madison: Us Department Of Agriculture, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC.. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. Newton Square: Project Management Institute, Inc., 2004.

TEIXEIRA, Alberto Henriques; GODOY, Nelson Silveira de. Análise, Projeto e Execução de Fundações Rasas. In: AUTORES, Varios et al. **Fundações: Teoria e Prática**. São Paulo: Pini Ltda, 2009. p. 227-264.

THALLON, Rob. **Graphic Guide to Frame Construction**. Newton: The Taunton Press, 2008.

WAGNER, John D.. **Guide to House Framing**. Upper Saddle River: Creative Homeowner, 2009.